R

E & A

MONWEALTH INST.
OMOLOGY LIBRARY
2 9 MAR 1955
AL Eu.270
ARATE

Band 37, Heft 2 März 1955

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Begründet von K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER
Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 86 Abbildungen

1955
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 37 **Heft 2** *S. 129—264 Bln. 1955*

Inhalt

Originalaufsätze

Die Erforschung des Nestes der Blattschneider-Ameise *Atta sexdens rubropilosa* Forel. Teil II. Von Meinhard Jacoby, Mendes, E. Rio. Mit 25 Abbildungen 129

Beitrag zur Kenntnis der Biologie des Speckkäfers *Dermestes vulpinus* F. Von Hans Helmut Gabel (Heidesheim/Rh.). Mit 36 Abbildungen 153

Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer der Leguminosekulturen. Von Wolfgang Schnell. Mit 11 Abbildungen 192

Fraßlockstoffe beim Fichtenrüsselkäfer *Hylobius abietis*. Von Gerhard Hesse, Herbert Kauth und Rudolf Wächter. Mit 5 Abbildungen 239

Über die Ergebnisse der im Schwarzwald und Hunsrück von 1952 bis 1954 durchgeführten Freilandversuche zur Anlockung des Großen Braunen Fichtenrüsselkäfers, *Hylobius abietis* L., mit Lockstoffen. Von Herbert Kauth und Waldemar Madel. Mit 4 Abbildungen und 4 Tabellen. . . . 245

Zur derzeitigen Verbreitung des Japanischen Nutzholzborkenkäfers *Xylosandrus germanus* Blandf. im Bundesgebiete. Von Heinrich E. Wichmann, Hebertshausen-München. Mit 2 Abbildungen 250

Personalien

Prof. Dr. med. et phil. Erich Martini 75 Jahre alt 259

Dr. Hans Walter Frickhinger zum Gedenken. 261

Referate

Einzelreferate 263

Schriftleitung: Professor Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen und Tabellen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Das Honorar beträgt je Bogen 40,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft hat einen Umfang von 7 bis 8 Druckbogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 29,60 DM **Einzelpreis 32,60 DM**

Die Erforschung des Nestes der Blattschneider-Ameise *Atta sexdens rubropilosa* Forel

(mittels des Ausgußverfahrens mit Zement)

Teil II*)

Von

Meinhard Jacoby, Mendes, E. Rio

Mit 25 Abbildungen

Inhalt: Einleitung S. 129. — 1. Ausdehnung und Grenzen der Kammerzone S. 130. — 2. Die Pilzkammern: a) Verteilung, Anhäufung und Gruppenbildung S. 131. — b) Die Bauart der Kammern und die Stielchen S. 132. — c) Anzahl und Größe der Kammern S. 134. — 3. Die Kanäle der Kammerzone S. 135. a) Die Schrägkanäle S. 135. — b) Die Stielchen und die Verbindungskanäle zwischen den Kammern S. 138. — c) Die Randkanäle, ihre Bedeutung für die Ventilation und die Erweiterung des Nestes. S. 139. — d) Das „U" und die Basalkanäle S. 143 — 4. Weitere Hohlräume S. 146. — 5. Über die Gesetzmäßigkeit im *Atta*-Nest S. 150. — 6. Die Zweckmäßigkeit im Sauva-Nest S. 150. — 7. Die Probleme der Bekämpfung und Zusammenfassung S. 151.

Einleitung

Ein Sauva-Nest besteht aus zwei deutlich unterscheidbaren Regionen; einer oberen, dem sogen. Kanalgewirr und einer unteren, der Kammer- oder „vitalen" Zone. Während das Kanalgewirr bereits im ersten Teil der Arbeit beschrieben wurde, bildet die Kammerzone Gegenstand des vorliegenden zweiten Teiles. Kanalgewirr und Kammerzone unterscheiden sich so stark voneinander, daß ohne Mühe auf Höhe des Ring- oder Gürtelsystems eine Grenze zwischen den beiden Nestteilen zu erkennen ist. Die gegenseitige Abgrenzung ist nicht sehr präzise, doch immerhin markant. In der Hauptsache unterscheiden sich Kanalgewirr und Kammerzone in folgenden Punkten:

1. Der obere Teil eines Sauva-Nestes wird zu einer Zeit angelegt, zu der das Volk noch wenig zahlreich ist. Er enthält nur wenige Pilzkammern, die der Sauva am Anfang genügen und ferner ein aufgelockertes Kanalsystem, das sich erst später zu dem komplizierten Kanalgewirr entwickelt. Letzteres schützt nach seiner Fertigstellung die Kammerzone unterhalb des Ringsystems vor Störungen (Wassereinbruch, plötzliche atmosphärische Störungen, Feinde) und dient hauptsächlich dem inneren Verkehr (Umsteigstellen). Das Ringsystem an der Basis des Kanalgewirrs verbindet die Kanäle des oberen und unteren Nestteiles und reguliert den Verkehr der durch die Schleppkanäle leer ausziehenden und beladen heimkehrenden Ameisen.

* Teil I erschien in Z. ang. Entom. 34, 1953, pag. 145—169. Teil II konnte aus technischen Gründen erst in diesem Heft gebracht werden.

Wie der Verfasser mitteilt sind im Teil I einige Druckfehler unterlaufen: Auf pag. 157, drittletzte Zeile müßte es statt m^3 — m^2; auf ders. pag., letzte Zeile statt 0.3 — 6.7; auf pag. 167, Abs. 5 statt Abb. 17 u. 19 — Abb. 7, Teil II heißen.

Der Herausgeber.

2. Zwischen dem oberen und unteren Nestteil gibt es keine direkten, sondern nur indirekte, d. h. unterbrochene Verbindungen (s. Teil I, Abschnitt 6 b). Der Verkehr wickelt sich über Umsteigestellen ab. In dieser Einrichtung dürfte die Absicht zu sehen sein, den oberen vom unteren Nestteil abzutrennen und so vor Feinden zu schützen. Wie im Teil I näher ausgeführt, ergibt sich aber aus der Kompliziertheit der Verbindungswege, daß bei der Bekämpfung Giftgase durch die zentralen Öffnungen eines *Atta*-Nestes nicht eingeführt werden dürfen.

3. Ein weiterer Gegensatz zwischen dem oberen und unteren Nestteil besteht darin, daß der untere Teil die Hauptmasse der Pilzkammern beherbergt (daher die Bezeichnung „Kammerzone"). Kanäle sind jedoch nur insofern vorhanden, als sie für die Versorgung der Kammern notwendig sind. Die Kammerzone hat mit der Außenwelt oben über das Ringsystem und unten durch die Randkanäle Verbindung. Letztere werden aber nicht im allgemeinen Verkehr oder zum Einschleppen der Blattstückchen, sondern nur bei besonderen Anlässen, z. B.: Alarm, benützt. Die ganze Kammerzone dient der Aufzucht der Nachkommenschaft, was aber nicht hindert, daß sich auch die erwachsenen Arbeiterinnen von den Pilzgärten ernähren.

Schon diese Unterschiede berechtigen die Unterteilung des Nestes auf Höhe des Ringsystems, wo die direkte Verbindung der beiden Nestteile unterbrochen wird. Wie erwähnt, bietet diese Anlage dem lebenswichtigen Kammerteil wohl vorzüglichen Schutz, setzt aber der Bekämpfung fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Dem abzuhelfen war mit ein Zweck, die Kammerzone näher zu erforschen.

Die Grabung wurde in dieser Zone in derselben Weise, wie im oberen Teil vorgenommen. Es bestand hier nur die Schwierigkeit, daß der zum Graben verfügbare Raum infolge der Nestverjüngung nach unten immer enger wurde je tiefer die Grabung fortschritt. Infolge des dadurch bedingten geringen Objektabstandes wurden photographische Aufnahmen sehr erschwert und besser durch Zeichnungen ersetzt. Vermessungen, zumal der Tiefenwerte, waren auch hier von großer Wichtigkeit.

1. Ausdehnung und Grenzen der Kammerzone

Die Kammerzone liegt im voll ausgebildeten Bau genau unter der oberen Zone und wird von letzterer durch das Ringsystem abgegrenzt. In der Tiefe endet die Kammerzone mit dem sogen. „U" (s. Abschn. 6 d). Oben reicht sie nach der Seite bis unter die Außengrenzen des Ringsystems, verjüngt sich aber zum „U" hin und bildet so ungefähr einen umgekehrten Kegel (Abb. 1).

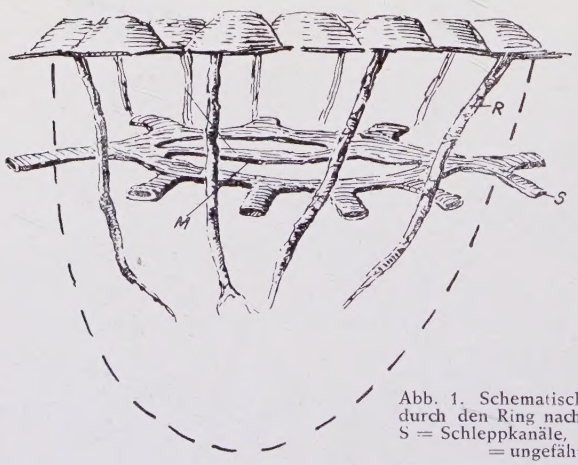


Abb. 1. Schematische Darstellung der Kammerzone, die durch den Ring nach oben begrenzt wird. R = Randkanäle, S = Schleppkanäle, M = Mittelkanal, Gestrichelte Linie = ungefährer Umfang der Kammerzone

In meinem gebirgigen Beobachtungsgebiet von Mendes, E. de Rio, hatten drei vollstandig ausgegrabene Zementausgüsse Tiefen von 3,80 m, 3,85 m und 3,95 m. Überschlagen gerechnet reichten die Nester also 4 m in die Tiefe. Bei den Tiefenmessungen wurde als tiefster Punkt immer die letzte freigelegte Zementform gerechnet. Dies war das erwähnte „U", das sich meist noch unterhalb der tiefst gelegenen Kammer befand. Im Nest C—I z. B. lag letztere nur 20 cm, im Nest C—VII dagegen etwa 60 cm über dem „U". Unter diesem Gebilde, etwas seitlich herausgerückt, wurden zweimal noch einige enge, senkrechte Kanäle gefunden, die nicht mit Zement ausgegossen waren und mit Hilfe einer Gerte 1,80 m zu verfolgen waren. Sie stammten wahrscheinlich von einem anderen Insekt und wurden, ebenso wie die Schleppkanäle, nicht zum eigentlichen Nest gerechnet.

In der Nähe von Campos, E. do Rio, fanden sich bei einem Grundwasserspiegel von 2 m Sauva-Nester unmittelbar am Ufer des Parahyba. Da die Ameise des Pilzes wegen größere Feuchtigkeit meidet, können diese Nester nicht tiefer als höchstens 1,80 m gewesen sein. Behauptungen über 6 m tiefe Nester beziehen sich wahrscheinlich auf „vergrämte" Bauten, wobei aber nicht außer acht gelassen werden darf, daß die „vitale" Zone erst 2 m unter der Erde beginnt, für den lebenden Bau also nur 4 m gerechnet werden dürfen. Auch nur annähernd 10 m tiefe Nester habe ich nie angetroffen. Eine solche Tiefe halte ich für gewaltig übertrieben.

2. Die Pilzkammern

a) Verteilung, Anhäufung und Gruppenbildung

Ein Sauva-Nest entsteht und wächst überall gleichartig. Man sollte deshalb annehmen dürfen, daß auch die Kammern wenigstens annähernd so regelmäßig verteilt und angeordnet sind, wie gewisse Bauelemente in Bienen- oder Wespennestern. Die Ausgüsse haben dies jedoch nicht bewiesen. Vielleicht deswegen, weil die vielen unausgegossenen Kammern den Überblick verhinderten.

Oft lagen die Kammern so dicht nebeneinander, daß sie nur noch durch papierdünne Wände voneinander getrennt waren. Manchmal fehlten aber auch diese Querwände. Jedoch immer nur dann, wenn in die Kammern kein Zement eingedrungen war. Die dünnen Zwischenwände der nicht ausgegossenen Kammern waren beim Ausgraben zerbrochen und hatten so zusammenhängen-

Abb. 2. Eine Gruppe eng beieinander liegender Kammern, die nicht ausgegossen wurden. Die dünnen Wände stürzten bei der Ausgrabung ein, doch sind noch Wandreste erkennbar. Die drei sichtbaren Kanäle standen mit der Kammergruppe nicht in Verbindung

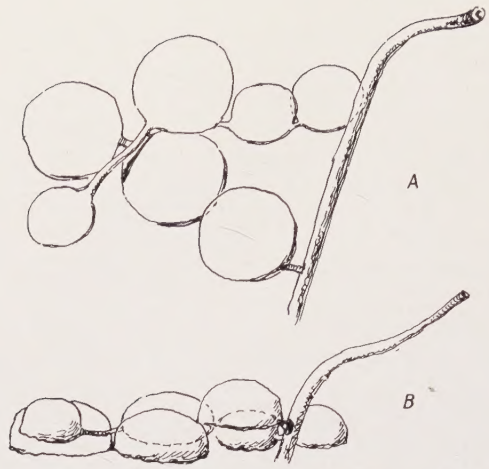


Abb. 3. Eine horizontal gelagerte Kammergruppe. A = Aufsicht, B = Seitenansicht. Diese Kammergruppe ist deswegen bemerkenswert, weil gleich 7 Kammern an einem einzigen Stielchen angeschlossen sind

de Hohlräume vorgetäuscht (Abb. 2). Ausgegossene Kammern waren nie miteinander verbunden, d. h. gingen nie ineinander über.

Manchmal fanden sich Hohlraumsysteme, die aus gleich weit voneinander entfernten Kammern bestanden. Es war dabei bemerkenswert, daß alle Kammern einer solchen Kammergruppe auf einer horizontalen Ebene lagen und mit größeren Kanälen nur durch ein oder zwei Stielchen verbunden waren (Abb. 3). Diese regelmäßigen Kammergruppen dürften aber nur als Ausnahme zu betrachten sein, denn die unregelmäßig verteilten Kammern überwiegen zahlenmäßig. Die Entstehung letzterer ist durch Ausnützung jedes verfügbaren Erdraumes innerhalb des Nestes zu deuten. Für die erwähnten regelmäßigen Kammergruppen fehlt dagegen noch jede Erklärung. Auch die unregelmäßig verteilten Kammern sind mehr oder weniger zu Gruppen vereinigt und nur selten, besonders in der Zuwachszone der Kammerregion, waren ganz isolierte Kammern anzutreffen.

b) Die Bauart der Kammern und die Stielchen

Die ebenso einfache, wie zweckmäßige Anlage der Pilzkammern wurde bereits in früheren Arbeiten behandelt. Sie muß aber im Rahmen dieser Arbeit der Vollständigkeit halber nochmals besprochen werden. Die Kammern gleichen sich alle in ihrer Form, die nur wenig zwischen der einer Halbkugel und der eines halbierten Ellipsoides schwankt. Stets bestehen die Kammern aus einem muldenförmigen, stark aufgerauhten Boden und einer auf diesem aufsitzenden, glatten Kuppel. An der Schnittlinie zwischen beiden münden von unten her als Zugänge feine Kanälchen, die sogen. Stielchen, ein. Nie münden sie höher, denn die Kuppel muß zum Schutz des zarten Pilzes völlig geschlossen sein. An der Grenze zwischen Boden und Kuppel verläuft um die Kammer ein 2 cm breiter Streifen, der sogen. Umgang

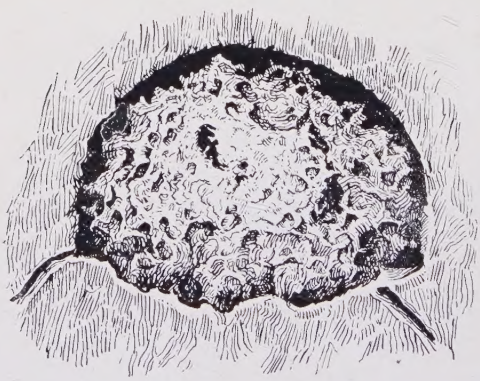


Abb. 4. Pilzkammer. Der Pilzrasen füllt die abgebildete Kammer bis zur Kuppel fast völlig aus. Rechts und links unten je ein Stielchen, das von unten her auf die Kammer zuläuft. An der Einmündung der Stielchen ist der Umgang zu erkennen

(Abb. 4). Auf ihm wickelt sich der Verkehr innerhalb der Kammer ab. Der Pilz, der voll entwickelt fast an die Kammerwandung reicht, wird so nicht beschädigt. Ob die großen Blattstücke erst auf dem Umgang oder schon außerhalb der Kammer zerkleinert werden, konnte nicht beobachtet werden. Wahrscheinlich aber wird diese Arbeit schon vor dem Eintritt der Ameise in die engen Stielchen ausgeführt.

Außer den in den Umgang führenden Zugängen gibt es andere, die in den Boden der Kammer münden und anscheinend erst später als Ergänzung angelegt wurden. So kann eine Kammer schließlich 6—8 Zugänge haben

Abb. 5. Eine Kammer, die durch mehrere Stielchen aus dem waagerechten Teil eines Schleppkanals versorgt wird. Die meisten Stielchen münden in den Kammerboden, nur eines aus einem anderen Schrägkanal in den Umgang

Abb. 6. Verschiedene Kammern an der Rückseite des Nestes C-IV. Die langen Zwischenkanäle sind deutlich erkennbar

(Abb. 5). Die Entwicklung der Kammern und ihre Zugänge ist, wie folgt denkbar: Aus neu angelegten Schrägkanälen wurden Stielchen nach oben getrieben. Von diesen aus wurden Kammern ausgehöhlt, und erst nachdem alle Stellen auf dem Schrägkanal besetzt waren, aber noch weiter Bedarf an Kammern war, wurden von den vorhandenen Kammern aus in Höhe des Umgangs ebenfalls feine Kanälchen, möglichst waagerecht vorgetrieben und neue Kammern angelegt. Diese waagerechten Kanäle nenne ich Verbindungs- oder Zwischenkanäle (Abb. 6). Die Kammern, zu denen die Verbindungskanäle führen, sind abgelegen und durch Giftgase bedeutend schwerer zu erreichen, als die an die Schrägkanäle direkt angeschlossenen.

Zusammenfassend sei nochmals ausdrücklich betont: Die Kammern bestehen aus einer glatten Kuppel und einem muldenförmigen, rauhen Boden. Die Zugänge münden von unten her in die Kammer ein. Diese Einrichtung erfüllt vorzüglich die Forderung nach

Schutz, konstanter Temperatur und Feuchtigkeit, ist zudem in allen Nestern, sowohl bei großen als auch kleinen Kammern gleich.

c) Anzahl und Größe der Kammern

Wie bereits im Abschn. 1 erwähnt, ist für die Bekämpfung die Anzahl der Kammern von untergeordneter Bedeutung. Wichtiger ist ihre Bauart und Lage im Nest. Ob ein Bau 80, 100 oder gar 150 Kammern enthält, spielt höchstens für die Dosierung des Kampfmittels eine Rolle. Voraussetzung für die Bekämpfung ist aber, daß es überhaupt gelingt, von außen her die Anzahl der Kammern auch nur annähernd abzuschätzen. Dies dürfte aber beim heutigen Stand der Kenntnisse kaum möglich sein.

Über die Anzahl der Kammern kursieren im Schrifttum phantastische Angaben. Obwohl es nicht Aufgabe der Arbeit war, Alter und Stärke der Nester zu beurteilen, was meist an Hand der Kammeranzahl geschah, so wurden dennoch beim Nest C—VII die Anzahl der Kammern genauer aufgezeichnet. In diesem vollentwickelten Bau wurden bis zu einer Tiefe von 1,75 m 63 Kammern gezählt. In größerer Tiefe wurde die Zählung aufgegeben, da weitere Kammern nur noch ab und zu vorgefunden wurden. Wenn es noch viele waren, so befanden sich in den tieferen Nestschichten noch 15—20 Kammern. Demnach besaß das Nest im ganzen etwa 80—100 Pilzkammern. In anderen Nestern mögen vielleicht etwas mehr Kammern vorhanden sein, kaum jedoch 150, geschweige denn mehrere Hundert, wie hierzulande oft behauptet wird.

Daß letzteres unmöglich ist beweist schon ein Versuch die Erdmasse der Kammern zu berechnen. Es muß aber dabei vorweggenommen werden, daß jede Berechnung nur auf Grund überschlagener Werte vorgenommen werden kann, denn die Ameisen bauen trotz gewisser Regelmäßigkeiten jedesmal verschieden. So schwankt der Abstand des Ringsystems von der Erdoberfläche zwischen 60 und 80 cm und der Durchmesser bei den kleinsten zwischen 12 und 15 cm, den mittleren zwischen 20 und 25 cm und den größeren Kammern zwischen 30 cm und mehr.

Von der Gesamttiefe des Nestes von rund 4 m ist zunächst die Tiefe des oberen Teiles abzuziehen, da sich in letzterem keine Kammern befinden. Durchschnittlich kann eine Schicht von 70 cm abgerechnet werden, so daß für die Kammerzone eine Höhe von 3.30 m bleibt. In den Beispielen, die als Berechnungsversuche gebracht werden, sind für die Fläche des Nestspiegels 16 und 20 m^2 eingesetzt. Der durchschnittliche Inhalt der kleinen Kammern wurde mit 4, der der größeren mit 8 Litern angenommen, wobei die kleinen Kammern schätzungsweise ein Drittel, die größeren zwei Drittel der gesamten Kammern ausmachen. Ihre Anzahl verhält sich also 1 : 2. Kein Nest enthält nur kleine oder bloß mittelgroße Kammern.

Beispiele:	I.	II.
Bei einem Nestspiegel von	16 m^2,	20 m^2,
und einer Kegelhöhe von	3.30 m,	3.30 m,
beträgt das Kegelvolumen:	17.60 m^3,	22.00 m^3,
Hiervon entfallen nur $^1/_{20}$ auf die Hohlräume, das ist:	0.88 m^3,	1.1 m^3,
Für das Volumen der Kanäle sind nochmals	0.05 m^3,	0.07 m^3
abzuziehen. Es verbleibt	0.83 m^3,	1.03 m^3
Diese Erdmasse enthält		
von 4 l-Kammern:	$\frac{830}{8+8+4} = 41.5$	$\frac{1030}{8+8+4} = 51.5$
von 8 l-Kammern:	$\frac{830}{8+8+4} \times 2 = 83;$	$\frac{1030}{8+8+4} \times 2 = 103;$
Das sind insgesamt	124.5	155 Kammern

Dieses Ergebnis entspricht nicht meinen Erfahrungen, zeigt aber doch, daß für Hunderte von Kammern Platz fehlt.

Bei der jährlichen Vergrößerung des Nestes werden naturgemäß auch die Kammern vermehrt. Ebenso aber ändert die Aufgabe alter und die Anlage neuer Pilzkammern dauernd deren Anzahl. Es ist so auch ziemlich unmöglich für verschiedene Altersstufen der Nester konstante Kammeranzahlen anzugeben.

3. Die Kanäle der Kammerzone

In der Kammerzone sind die Kanäle nach denselben Prinzipien angelegt, wie in der darüber liegenden Zone. Da aber Zweck und Aufgaben der Kanäle in der Kammerzone andere sind und sich der Verkehr fast ausschließlich in vertikaler Richtung abspielt, fehlen die großen flachen Kanäle. In der Kammerzone fehlen auch die „Kasernen", die tief im Inneren des Baues auch überflüssig wären. Dagegen fanden sich an Stellen, wo Kammeranhäufungen viele Verbindungen erforderlich machten, auch in der Kammerzone einige Umsteigestellen. (Vgl. Teil I, Abschn. 6b.)

a) Die Schrägkanäle

Die Kammerzone ist sowohl von der oberen Zone als auch von außen, von den Schleppkanälen her, nur auf dem Umweg über das Gürtel- oder Ringsystem zu erreichen (s. Teil I). Je komplizierter und schwieriger aber, — auch für Gifte — einzudringen ist, desto geschützter sind die Pilzgärten. Das einzige was für diese von der Außenwelt benötigt wird, sind Blätter, die durch die Schleppkanäle über das Ringsystem eingebracht werden. Ausgegrabene Erde wird durch die Randkanäle ins Freie geschafft.

Der Verkehr ist aber auch in der Kammerzone sehr stark und wickelt sich hauptsächlich über die Schrägkanäle ab. Diese nehmen am Ringsystem ihren Anfang und verlaufen häufig gewunden, schräg nach abwärts bis zur Basis des Nestes (Abb. 7). Die Schrägkanäle werden vermutlich zu einer Zeit angelegt, in der das Volk in die Tiefe bis auf die Höhe des späteren Ringsystems gebaut hat und für die zu erwartende Nachkommenschaft Raum braucht. Auf dieser Höhe mündeten wahrscheinlich schon damals die Schleppkanäle, zumindest einige davon, in das Nest ein und formten so einen noch unvollständigen Ring (s. Teil I, Abschn. 7). Um nun auch den

Abb. 7. Kammern aus C—IV an den zuführenden Schrägkanälen. p = Stielchen, d = Schrägkanäle, c = Zwischenkanäle

Raum unterhalb des Ringsystems auszunützen, müßte dann die Sauva zu dieser Zeit Kanäle schräg abwärts vorgetrieben haben.

Abb. 8. Die Abbildung soll veranschaulichen, daß Kammern nur über dem Kanal angelegt werden können. Die unterhalb des Kanals eingezeichneten und mit Strichen umrissenen Kammern, würden in den Kanal einschneiden

Da die Hauptzugänge zu den Kammern, die Stielchen, von unten her an die Kammern heranführen ist die Neigung der Schrägkanäle zweckbedingt, denn an steilen oder gar senkrechten Kanälen ließen sich derart mit Zugängen versehene Kammern kaum anbringen (Abb. 8). Der schräge Verlauf bedingt dann weiterhin die ovale, elliptische Querschnittsform des Kanals, die so zwischen der runden und flachen Form der Kanäle des oberen Nestteils der Mitte hält (Abb. 5, 7, 9). Ebenso steht der Durchmesser der Schrägkanäle von 6—8 cm zwischen den entsprechenden Ausmaßen der oberen Kanäle (s. Teil I, Abschn. 6 e). Es ist durchaus zu ersehen, daß die Schrägkanäle zu Zeiten einen gleichstarken Verkehr zu bewältigen haben, wie die großen Kanäle des oberen Nestteiles. An Stellen, wo ein Schrägkanal eine waagrechte Richtung einschlägt, geht er auch sofort in die flache Kanalform über. Solches ist aber selten und trifft nur für kurze Strecken zu. Ob die Anzahl der Schrägkanäle mit der der Schleppkanäle korrespondiert, kann nicht angegeben werden. Wie oben angedeutet, werden vermutlich zuerst die Schrägkanäle angelegt und erst nachher Kammern an sie angeschlossen. Diese Vermutung wird durch ausgegossene Schrägkanäle gestützt, die, zumal sie aus der Nestperipherie stammten, nur ab und zu mit Kammern besetzt waren. Jedoch können diese Schrägkanäle auch ältere Randkanäle gewesen sein, die bereits in den Nestraum einbezogen waren. Überhaupt ähneln sich Rand- und Schrägkanäle so stark, daß die Vermutung naheliegt, ältere Randkanäle könnten bei einer späteren Nestvergrößerung in Schrägkanäle umgewandelt werden (Vgl. Abschn. 3 c). Vielleicht waren alle Schrägkanäle vor der Fertigstellung des Ringsystems ursprünglich Randkanäle. Sichere Angaben können jedoch nicht gemacht werden, da Ausgüsse vollständig ausgebauter Nester nur in seltenen Fällen auf die Entstehungszeit einzelner Teile genau schließen lassen.

Im Gegensatz zu den an Schrägkanäle angeschlossenen Kammern liegen die in Abschn. 2 a erwähnten horizontal gelagerten Kammergruppen von den Schrägkanälen entfernt. Diese Art der Anlage kann nicht erklärt werden, dürfte aber kein Zufallsprodukt sein.

Gewöhnlich schleppt die Sauva nur an einer Stelle des Nestes ein. An dieser Tätigkeit ist eine große Anzahl von Individuen beteiligt. (Durch Vergiftung eines einzigen Eingangs konnten einmal fast 1000 einschleppende Ameisen gezählt werden.) Die Schar der einschleppenden Arbeiterinnen verteilt sich im Ringkanal auf mehrere Schrägkanäle, die für diesen starken Verkehr eingerichtet sind. Erst von den Schrägkanälen aus werden die Pilzkammern aufgesucht. Es findet also eine nochmalige Verteilung der Arbeiterinnenmasse statt und aus diesem Umstand heraus wird verständlich, daß die Stielchen nicht dicker zu sein brauchen. Wahrscheinlich findet die Zerkleinerung der großen Blatteile in etwa 4 mm große Stückchen schon

außerhalb der Stielchen statt, denn große Stückchen dürften schwer durch die Stielchen zu transportieren sein.

In einem normalen Nest schleppt die Sauva weder über den Nestspiegel, noch durch die Randkanäle, sondern ausschließlich durch die unterirdischen Schleppkanäle über das Ringsystem ein. In einem neuangelegten Teil der Erweiterungszone scheint es aber vorzukommen, daß schon vor Erreichen des Ringsystems, Schrägkanäle aus einem Schleppkanal abzweigen können (Abb. 9).

Abb. 9. Zwei Schrägkanäle mit Kammern, die an kurzen Stielen ersteren aufsitzen. Der rechte Schrägkanal geht von einem großen Schleppkanal aus und ist deshalb so breit und groß, weil er noch vor dem Ring gelegen, eine große Anzahl von Blättereintragenden Ameisen aufnehmen muß

Leider wurden nie Blattreste oder Ameisen in den zahlreichen Zementausgüssen gefunden. Als einzige Ausnahme wurden einmal einige Ameisen, die in einer Luftblase eingeschlossen waren in 1,85 m Tiefe in einer kurzen, waagrecht liegenden Ver-

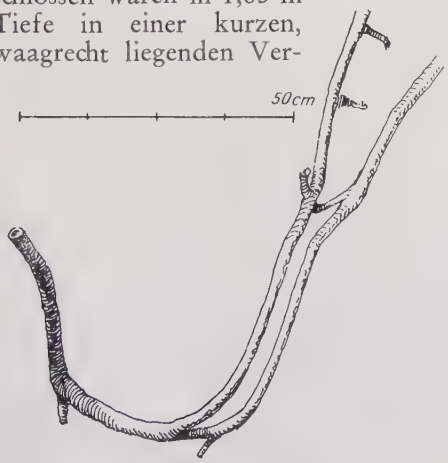


Abb. 10. Das „U". Es geht höchst wahrscheinlich aus der Verschmelzung mehrerer Schrägkanäle hervor. Die beiden nach abwärts gerichteten Stummeln deuten auf eine geplante Erweiterung hin und wären vielleicht zu Basalkanälen ausgebaut worden

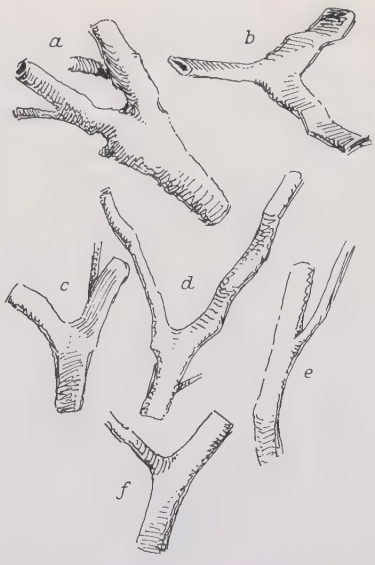


Abb. 11. Zusammenlaufende Kanäle. a, b, c = Gleichzeitig entstandene Kanäle deren Fortsetzung nach dem Resultantengesetz in einem Kräfteparallelogramm angelegt wird; d, e, f = Treffpunkte von später angelegten mit früher gebauten Kanälen. Die Fortsetzung bildet hier der stärkere Kanal

tiefung eines Kanals gefunden. Sie waren mit einer feinen Zementhaut bedeckt, die selbst die zartesten Körperteile, wie Beine und Antennen genau abformte. Von der durchschießenden Zementmasse mitgerissen, hätten sich irgendwo unten im Bau dichte Haufen von Ameisen ansammeln müssen. Aber weder in den Kammern, ihren Zufluchtsorten, noch irgendwo in den Kanälen wurden Ameisen gefunden. Wo die Hunderttausende von Individuen verblieben sind, ist unbekannt. So konnten niemals an Hand eingeschlossener Ameisen Schlüsse auf ihre Verteilung und auf den Verkehr im Nest gezogen werden.

Die Schrägkanäle ziehen sich durch die ganze Kammerzone bis zu deren Basis. Sie vereinigen sich dort zu zweien oder dreien, ungefähr in Form eines U (s. Abschn. 3d und Abb. 10). Es entsteht so der Eindruck, daß ein von oben herabführender Kanal an der Nestsohle nach oben wieder umbiegt. Ähnliche Bildungen, d. h. Vereinigung zweier Kanäle findet man häufig. Sie haben aber dann meist eine gemeinsame Fortsetzung, ähnlich wie die Resultante in einem Kräfteparalleogramm (Abb. 11) und können so mit dem „U" nicht verwechselt werden, das keine solche Fortsetzung besitzt. Das „U" wiederum darf nicht mit den vielgenannten „Syphons" verwechselt werden, die es nicht zu geben scheint, denn in den Ausgüssen konnten nie solche Gebilde gefunden werden. Mit dem „U" endet der Bau.

b) Die Stielchen und die Verbindungskanäle zwischen den Kammern

Diese beiden Kanalarten wurden bereits erwähnt. Sie sind aber so wichtig, daß sie eingehendere Besprechung verdienen.

Die Stielchen sprossen gewissermaßen aus den Schrägkanälen an Stellen hervor, wo die Ameisen eine Pilzkammer anlegen wollen. Nie entspringt dabei ein Stielchen dem Boden des Schrägkanals, sondern stets etwas seitlich abgerückt aus seiner Decke. Dies scheint aus zwei Gründen nötig zu sein. Einmal fehlt für die anzulegende Kammer an der Unterseite des Schrägkanals der Platz (Abb. 8), zum anderen sollen wohl Löcher in der Gangsohle des Kanals vermieden werden. Solche müßten umgangen werden, was sich bei dem starken Verkehr der Blatteinträgerinnen nur störend auswirken würde. Als Ausgangspunkt verbleibt also nur die Decke der Schrägkanäle, höchstens noch die Kanalwandung, von der aus der seitlich der Kanäle liegende Raum erschlossen werden kann. So ergibt sich die aufsteigende Richtung der Stielchen ganz von selbst. Zur Raum- und Arbeitsersparnis wird eine neue Kammer so nahe als möglich am Schrägkanal angelegt und ist meist von letzterem gerade noch getrennt.

Ganz anders ist die Lage neuer Kammern, wenn der Platz entlang den Schrägkanälen voll besetzt und noch Bedarf an weiteren Pilzkammern vorhanden ist. Die Sauva baut dann entweder unter Umgehung bereits ausgebauter Kammern einen längeren Stiel oder sie baut vom Umgang einer dieser Kammern weiter aus. Es entstehen so die Verbindungskanäle (Abb. 6) und die zu ihnen gehörenden, hinteren Kammern. Diese sind für Giftgase noch schwerer zu erreichen als die vorderen.

Es dürfte damit gezeigt worden sein, daß eine andere, als die aufsteigende Lage der Stielchen nicht möglich ist. Neben dem Schutz der Kammer ist mit ihr der Vorteil der besseren Lufterneuerung verbunden (s. Teil I, Abschn. 6d und „A renovacao do oxigenio no ninho da *Atta*").

Diese ist wichtig, denn wenn auch die Sauva nach Versuchen in S. Paulo mindestens 24 Stunden ohne Sauerstoff auszukommen vermag, so braucht doch der Pilz nach F. RAWITSCHER erhebliche Mengen O_2.

Wären die Stielchen anders, als nach abwärts gerichtet, so müßte für die Sauerstoffversorgung eine besondere Anlage eingebaut sein, während bei aufsteigender Lage dieses Problem auf die vollkommenste und einfachste Weise gelöst ist. Für eine rationelle Bekämpfung gibt dies trotz der scheinbaren Schwierigkeiten einen wertvollen Fingerzeig.

c) Die Randkanäle, ihre Bedeutung für die Ventilation und die Erweiterung des Nestes

Die Art und Weise, wie die Randkanäle entstehen und welche Bedeutung ihnen zukommt, wurde z. T. bereits im Teil I dieser Arbeit, z. T. in den vorhergehenden Kapiteln besprochen. Die Randkanäle müssen aber im Zusammenhang mit der Kammerzone noch eingehender behandelt werden.

Hat das Nest eine gewisse Größe erreicht — wahrscheinlich nicht vor dem dritten, eher erst im vierten Jahr nach der Gründung — und ist dabei der Nestraum zu klein geworden, so gräbt die Sauva vom untersten Nestende radiale Kanäle nach oben, die außerhalb des bisherigen Nestspiegels an der Erdoberfläche münden. Die Ausgänge dieser Kanäle liegen parallel zum Rand des bisherigen Nestspiegels. Da jener kreisförmig ist, bilden die Mündungen der Randkanäle ebenfalls einen Kreisbogen, der 60, 80 oder bis zu 120 cm vom Rand des Nestspiegels entfernt verläuft (Abb. 12, 13). Die

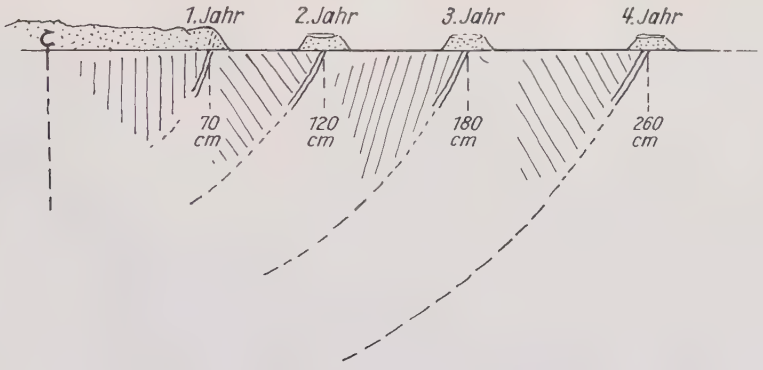


Abb. 12. Das Wachstum des Nestes in den ersten vier Jahren. (Schemat. Schnitt durch die Nestanlage)

beiden letztgenannten Abstandsgrößen finden sich aber nur bei älteren Nestern. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Randkanalmündungen sind gleichmäßig und betragen 60—80 cm. Messungen ergaben ein Gefälle der Randkanäle von 38 bis 52°, im Durchschnitt also 45° (Abb. 14). An der Erdoberfläche fallen die Mündungen der Randkanäle sofort als isolierte Krater auf. Sie erscheinen im Untersuchungsgebiet, in der Serra bei Mendes in den Monaten September—Oktober, der Zeit der Bauperiode und der Pause im Eierlegen nach der sich die Einwohnerschaft wieder beträchtlich vermehrt. Fehlstellen im Kraterkreis sind besonders an hangwärts gelegenen Nestseiten nicht selten. Die Sauva schneidet die Blattstückchen für das

Pilzsubstrat im hügeligen Gelände mit Vorliebe von hangabwärts stehenden Bäumen und ich möchte aus den Mündungslücken schließen, daß die Rand-

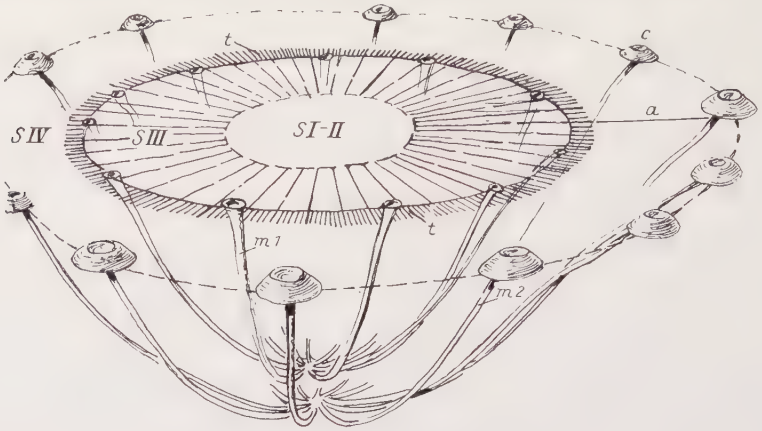


Abb. 13. Schematische Darstellung der Nestvergrößerung. m 2 = die neuen Randkanäle. m 1 = die vorjährigen Randkanäle. An der dem Beschauer abgewandten Seite (Hügelwärts) eine Lücke in den neuen Randkanälen. S I—S IV = die Ausdehnung des Nestes in den letzten vier Jahren. t = der Rand des alten Nestspiegels. a = Abstand zwischen dem Rand des alten und des neuen Nestspiegels. Im Schema ist die Vergrößerung des Baues nach der Tiefe vergleichsweise kleiner eingezeichnet, als nach der Breite

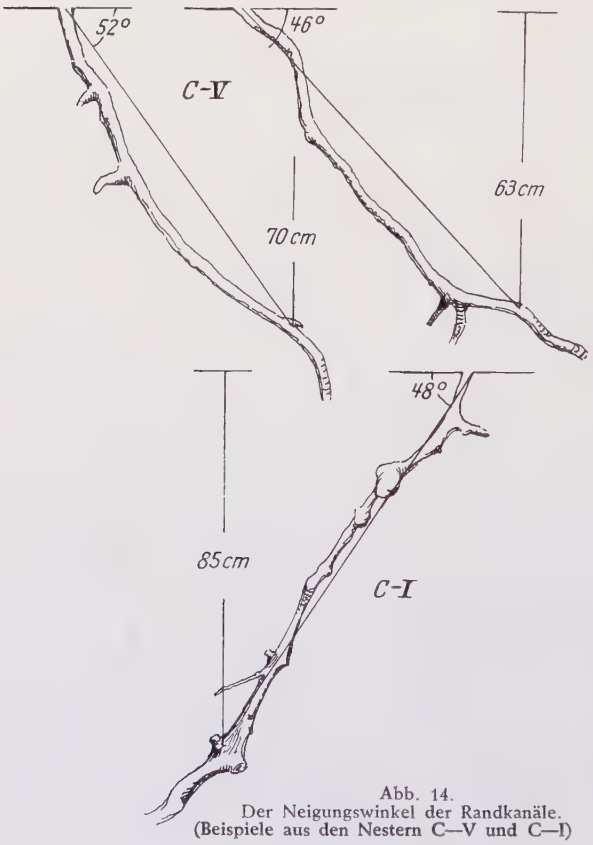


Abb. 14.
Der Neigungswinkel der Randkanäle.
(Beispiele aus den Nestern C—V und C—I)

kanäle wenigstens im Frühstadium der Nester in irgend einem Zusammenhang mit den Erntegebieten stehen. Tatsächlich fanden sich in C—I, C—IV und C—VII große Schleppkanäle in der Nähe der Randkanäle (Abb. 2, Teil I). Allmählich wird der Raum zwischen dem alten Nestspiegel und den neuen Kratern durch Erde aus dem Bauinneren angefüllt (Abb. 15). Dies ist dann Ende dieser oder spätestens am Anfang der nächsten Bauperiode abgeschlossen. Der Nestspiegel hat sich dann vergrößert und ist wieder geschlossen. An seiner Peripherie liegen dann die neuen Randkanäle.

Das jährliche, kreisförmige Anwachsen des Baues hat zur Folge, daß um das Zentrum des Nestspiegels herum kreisförmig

angeordnete Nestausgänge liegen, nämlich die Randkanäle früherer Bauperioden. Ähnlich wie die Jahresringe des Holzes könnten sie das Alter des Baues angeben, wenn sie nicht so schwer festzustellen wären. Zwischen ihnen entstehen nämlich überall neue Ausgänge, so daß das Bild sehr verwischt wird (vgl. Abb. 19, 21, 22 in Teil I).

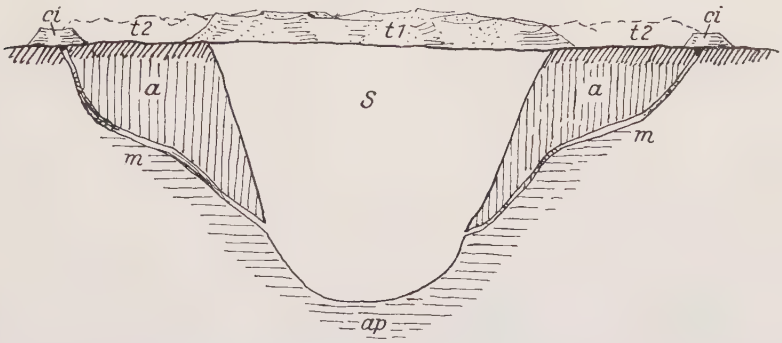


Abb. 15. Die Raumverhältnisse bei der Nesterweiterung. a = neu gewonnener Raum ap = unsicher ob bei der Nesterweiterung mit einbezogen. S = Raum des alten Nestes. t1 = Erde des alten Nestspiegels. t2 = am Nestspiegel neu angeschüttete Erde. m = neue Randkanäle mit ihren, später den Rand des neuen Nestspiegels bildenden Kratern, ci

Mehr als drei Ringe wurden mit Sicherheit nie gezählt. Es ist daraus zu schließen, daß mit drei Erweiterungsjahren, zuzüglich den ersten zwei Jugendjahren ein gewisser Gleichgewichtszustand, eine Art Optimum erreicht ist. Die Zeitdauer nach der ein Volk erwachsen wäre ist demnach mit 4—5 Jahren zu veranschlagen. Nach derselben Zeit treten auch die ersten Schwärme auf. Für ein Optimum in diesem Alter spricht auch die Erscheinung der sogen. Verschiebung. Nach einem nicht genau anzugebenden Alter bzw. nach Erreichen einer bestimmten Größe dehnt sich der Bau nicht mehr kreisförmig aus, sondern nur noch nach einer Seite. Der Nestteil, der dieser Seite gegenüberliegt, wird dabei aufgegeben. Es ist zu vermuten, daß die Kammern der aufgegebenen Nestseite vom Pilz überwuchert wurden, die anderen Kammern aber noch gut benützt werden konnten. Raum für neue Pilzkammern mußte deshalb in Nähe der brauchbaren Kammern gesucht werden. Der verlassene Nestteil ist an seinem verkrusteten und bald mit Unkraut überwucherten Nestspiegel leicht erkennbar und scheint sich größenmäßig mit der neuen Erweiterung zu decken. Genaue Messungen wurden nicht angestellt. Sind jedoch die angestellten Schätzungen richtig, so würde das bedeuten, daß der Lebensraum des Volkes gleich groß bleibt. Zur Bestätigung dieser Vermutung fehlen aber noch exakte Messungen. Es ist jedenfalls Tatsache, daß ältere Bauten immer mehr nach einer Seite vorrücken, so daß allmählich gestreckt-ovale Nestspiegel entstehen, wenn man die verlassenen Teile mit einbezieht. Es müßte aber auch noch geklärt werden, was in diesem Fall mit dem Ringsystem wird. Rand- und Schleppkanäle liegen bei den oval gewordenen Nestern nur mehr an der „lebenden" Seite.

Wie oben erwähnt, ist der Ausgangspunkt der Randkanäle der ursprüngliche Nestboden. Der genauere Ausgangspunkt ließ sich aber selbst mit Hilfe der Ausgüsse nicht lokalisieren. In C—VII lag er für den genau studierten Randkanal Nr. 33 in 2,50 m Tiefe. Darunter setzte sich das

Nest noch eine beträchtliche Strecke weiter in die Tiefe fort. Ein Zeichen dafür, daß Nr. 33 ein vorjähriger Randkanal gewesen sein muß und mir die letztjährigen Randkanäle entgangen sind. In 2 m Tiefe war der Bau nur vorübergehend zu Ende. Nr. 33 war in seinem ersten, an die Erdoberfläche anschließenden Teil glatt und ohne Abzweigungen. Jedoch fanden sich in diesem Teil schon einige im Bau befindliche Kammern. Der genannte Randkanal verlief dann fast waagrecht bis ungefähr unter die Nestmitte und war hier mit anderen Kanälen, die in verschiedenen Richtungen liefen, verbunden. Daß dieser Randkanal in seinem unteren Teil fast waagrecht verlief und erst in seinem oberen Teil Schräglage einnahm, widerspricht nicht dem oben über die Kanalneigung Gesagten. Es wurde berichtet, daß die Ameise zur Nesterweiterung vom Boden des Baues aus nach außen oben, ungefähr in einem halben rechten Winkel die Schrägkanäle anlegt. Um einen vom Rand des alten Nestspiegels entfernten Punkt zu erreichen muß sie sich unten erst am alten Nest vorbeiarbeiten, was nur ungefähr in der Horizontalen möglich ist und kann erst dann schräg aufwärts emporgraben (Abb. 16, 17). Wie man an den zahlreichen „Stummeln" im untersten Bereich von Nr. 33 erkennen konnte, war die Umgebung des Randkanals erst im Ausbau begriffen. Die Stummeln sind nämlich immer der Anfangsteil im Bau befindlicher Kanäle. Hier im „U" von C—VII und auch ebenso von C—I wurden zahlreiche Stummeln vorgefunden. Für die geplante, bzw. in Arbeit befindliche Nesterweiterung nach unten spricht beim Randkanal Nr. 33 auch der Umstand, daß Kammern noch fehlten. Da normal in jede brauchbare Erdmasse Kammern gebaut werden, muß deren Fehlen einen Grund haben, der sicherlich in dem erwähnten liegt.

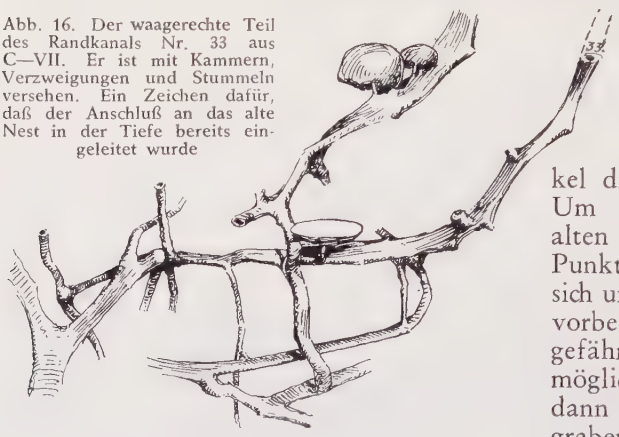


Abb. 16. Der waagerechte Teil des Randkanals Nr. 33 aus C—VII. Er ist mit Kammern, Verzweigungen und Stummeln versehen. Ein Zeichen dafür, daß der Anschluß an das alte Nest in der Tiefe bereits eingeleitet wurde

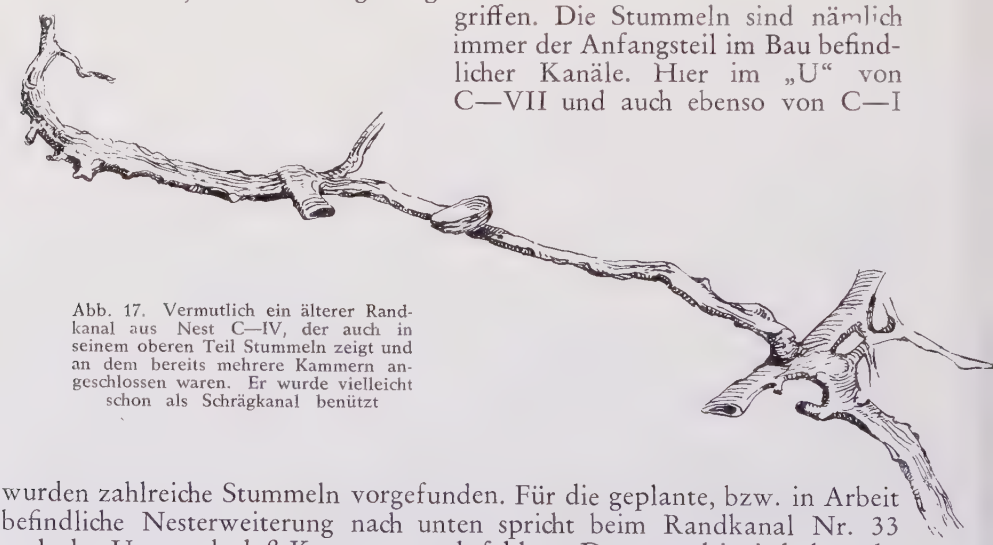


Abb. 17. Vermutlich ein älterer Randkanal aus Nest C—IV, der auch in seinem oberen Teil Stummeln zeigt und an dem bereits mehrere Kammern angeschlossen waren. Er wurde vielleicht schon als Schrägkanal benützt

Am Randkanal Nr. 33 fand sich an der Stelle, wo er in die Waagerechte abbog eine kleine, d. h. wahrscheinlich erst begonnene Kammer (Abb. 16). Ungefähr an derselben Stelle lag bei zwei Randkanälen vom Nest C—V ebenfalls je eine Kammer. Diese Kanäle befanden sich im gleichen Baustadium wie in Nest C—VII. Dies läßt den Schluß zu, daß die Randkanäle später, nachdem sie an das übrige Nestsystem angeschlossen sind, als Schrägkanäle Verwendung finden. Wie dann aber die Zufuhr der Blätter ohne Verbindung mit dem tief im Innern liegenden Ringsystem und den vorbeiführenden Schleppkanälen erfolgt, konnte ich nicht beobachten.

Eine Reihe von Sauerstoffmessungen bewies („A renovacao do oxigenio no ninho da *Atta*" Sao Paulo 1937), daß die Zufuhr von Frischluft durch die Randkanäle erfolgt, die durch ihr Gefälle dafür besonders gut geeignet sind (s. Teil I, Abschn. 6 d). Das in der obigen Arbeit erwähnte, mikroklimatische Gesetz besagt, daß sich kalte Nachtluft auf ein tagsüber erwärmtes Tal nicht gleichmäßig über das ganze Areal niedersenkt, sondern zunächst seinen Wandungen entlang gleitet (in unserem Fall durch die Randkanäle) und auf diesem Wege den Talboden (Nestboden) langsam ausfüllt. Die dort stagnierende Warmluft wird dabei (verbrauchte Luft) nach oben verdrängt, so daß sich nur noch kühlere Frischluft im Tal befindet. Tagsüber steht die Luft in Tal und Bau bewegungslos still. Wie im Tal die Warmluft von der Kaltluft abgedrängt wird, tritt im Nest die Frischluft von unten aufsteigend durch die Stielchen in die Pilzkammern ein (Abb. 18). Dies ist der erwähnte Hinweis für einzuleitende Bekämpfungsmaßnahmen. Die Bekämpfung muß sich auf irgend eine Weise den Weg der Lufterneuerung zu Nutze machen. Dieser Gedanke wurde durch Stahel & Geijskes (Surinam 1939) bestätigt, die ebenfalls aussagen: „Eine rationelle Bekämpfung ist nur unter Benützung der natürlichen Luftströmung möglich." Zahlreiche Angriffe auf *Atta*-Nester, die in diesem Sinn durchgeführt wurden, haben die Richtigkeit dieser Vermutung bestätigt.

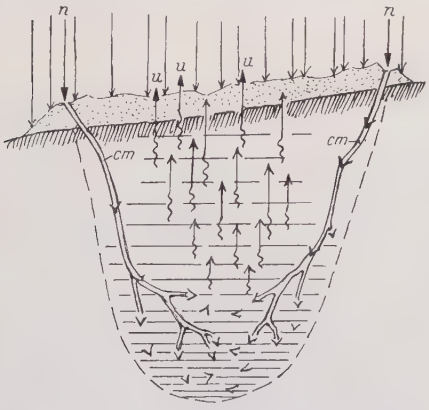


Abb. 18. Die Ventilation des Sauva-Nestes. n = die kalte, schwere Frischluft, u = die verbrauchte Luft, cm = Randkanäle, die in der Tiefe an das Kammersystem angeschlossen sind

d) Das „U" und die Basalkanäle

Am tiefsten Punkt des *Atta*-Baues, noch weiter unterhalb des Ausgangspunktes der Randkanäle fanden sich mehrmals (in den Nestern C—I, C—IV und C—VII) eigenartige Kanalbögen. Sie waren nicht einheitlich geformt, sondern etwas verschieden und wurden in anderen Bauten nicht angetroffen. Sie hatten ungefähr die Form eines U und machten den Eindruck, als ob sie eine Umbiegungsstelle der von oben herabziehenden Randkanäle darstellten. In den Nestern C—I und C—VII wurden die Schenkel dieses Gebildes von je einem Kanal gebildet, im Nest C—IV aber von mehreren (Abb. 10, 19, 20). Immer verliefen die Schenkelkanäle steil nach oben. Bei zwei Ausgüssen konnten an ihnen zahlreiche Hohlräume oberhalb

der Umbiegungsstelle festgestellt werden. Diese Kanäle stellen die Endigungen von Schrägkanälen dar, welche miteinander verbunden waren und so ein „U" bildeten. Erst glaubte ich, endlich ein sog. „Syphon" gefunden zu haben, von dem immer wieder berichtet wird. Besonders bei

Abb. 19. Das „U" vom Nest C—I mit vielen Stummeln und einem eigenartigen, erst von ihm ausgehenden, dann auf ihm aufliegenden und schließlich mit ihm verschmelzenden Kanal a. Der Bogen dieses „U" ist flacher, als der des „U" von C—VIII

Bauten an Flußufern soll nämlich die Sauva Syphons anlegen, um sich damit vor Wassereinbrüchen bei Hochwasser zu schützen. In einem solchen Fall würden aber die wenigen, relativ kleinen Kanäle die Wassermengen nicht bewältigen können und außerdem fehlen „Überlaufrohre", um einen wirksamen Schutz zu bieten.

Auf der Höhe des „U" verlaufen im Gegensatz zu anderen Nestteilen keine weiteren Kanäle. Die Region um das „U" ist sozusagen leer, ein Umstand, der den Eindruck des untersten Nestendes um so mehr bekräftigt. Vielleicht deutet dies auch an, daß das Nest zumindest vorläufig nicht weiter in die Tiefe ausgedehnt werden soll.

Der Bogen des „U" war in C—IV stark (Abb. 10), in C—I und C—VII weniger durchgekrümmt (Abb. 19, 20). Bei letzteren lag die Umbiegungsstelle fast geradlinig horizontal. In C—VII stand dies damit in Zusammenhang, daß die Sauva hier auf Sand gestoßen war, in welchen sie nie eindringt, sofern er irgendwie zu umgehen ist. So wurden hier einfach die beiden, im Bau befindlichen Schrägkanäle durch einen waagrechten Gang verbunden, der direkt auf der Sandoberfläche dahinlief. Die Ursache für das flache „U" in Bau C—I konnte dagegen nicht ergründet werden.

In C—I lag das „U" direkt unter dem sogen. Zentralraum (s. Abschn. 4, Abb. 19). In C—VII befanden sich 4 „Taschen" zu beiden Seiten des „U" und waren mit ihm durch Kanäle verbunden (Abb. 20). In C—IV war dagegen weder in der Nähe des „U" noch überhaupt ein derartiges Gebilde vorhanden. Das „U" von C—IV besaß auch keine Stummeln, die in den anderen Bauten einwandfrei nachgewiesen werden konnten. In C—IV lagen dafür noch einige Pilzkammern auf der Höhe des „U". Diese Verschiedenheiten scheinen darauf zu beruhen, daß sich die Nester in verschiedenen Bauabschnitten befanden. In C—IV (ohne Stummeln) war die Nesterweiterung abgeschlossen oder zumindest zur Zeit eingestellt; in C—VII (viele Stummeln) sollte anscheinend der Raum zwischen den Kam-

mern und dem „U“ noch weiter ausgebaut werden, denn die Stummeln sind ja als im Bau befindliche Kanäle anzusehen; C—IV (Kammern) befand sich am Beginn der Nesterweiterung, dennoch war letztere noch nicht ab-

Abb. 20. Das „U" vom Nest C—VII. Oben in der Aufsicht, unten in der Vorderansicht. An das „U" sind 4 Taschen (4—6) angeschlossen (vgl. Abschn. 4). Unter diesem „U" lag eine dicke Sandschicht, weswegen das U wahrscheinlich so waagerecht angelegt wurde. a = derselbe Kanal, wie in Abb. 19, der außer in C—I und C—VII nie beobachtet wurde

geschlossen, da noch verschiedene Stummeln nicht ausgebaute Kanäle verrieten. Ob das Nest noch unterhalb des „U“ weiter in die Tiefe ausgebaut wird, war aus keinem der Ausgüsse zu ersehen.

Kurze Erwähnung verdient noch der schnurgerade, horizontale, 80 cm lange Kanal in Abb. 20, der im Nest C—VII Tasche 3 mit Tasche 6 verband. Ein geradlinig verlaufender, waagrechter Kanal von solcher Länge wurde in den anderen Nestern nie vorgefunden. Seitlich vom „U“ wurden in C—I zwei und in C—IV drei senkrechte Kanäle von 2 cm Durchmesser freigelegt, in die kein Zement eingedrungen war. Deshalb konnte weder ihr Ausgangspunkt, noch ihre Zugehörigkeit zum Nest überhaupt festgestellt werden. Immerhin war ihr Vorkommen in zwei Nestern auffallend. Wie bereits geschildert waren diese Kanäle mit einer Gerte 1,80 m weit zu verfolgen. Solche geradlinigen Kanäle baut die Sauva sonst nie. Es frägt sich auch, warum diese 2—3 Kanäle nur wenige cm weit voneinander entfernt herliefen. Zur Ableitung von Wasser bei einem Wassereinbruch reichen sie bestimmt nicht. Sind sie aber wirklich mit dem Nest verbunden, so ist es sehr wohl möglich, daß bei der Bekämpfung der schwere Schwefelkohlenstoff durch sie abströmt und so verloren geht. Um ganz sicher zu

gehen ist aus diesem Grund bei der Bekämpfung mit diesen Kanälen zu rechnen.

4. Weitere Hohlräume

Außer den Kanälen und Pilzkammern, die in den meisten Sauva-Nestern die einzigen Hohlräume darstellen, enthielten die ausgegossenen Nester C—I und C—VII mehrere Gebilde, die ganz andersartig als die Pilzkammern gebaut waren. Sie dürfen ohne Zweifel nicht zu den Pilzkammern gerechnet werden und haben sicherlich auch eine ganz andere Bedeutung als diese. Derartige Hohlräume wurden auch in nicht ausgegossenen, sondern mit Hacke und Schaufel allein freigelegten Nestern gefunden. Sie waren in ihrem oberen Teil nur 20—25 cm dick, liefen nach unten zu in eine Spitze aus und stellten längliche Gebilde dar, die fast senkrecht im Bau standen. Ihre Länge betrug 1 bis 1,20 m (Abb. 21). Im Nest C—I lag das Gebilde zentral und ich habe es deswegen Zentralraum genannt (ZR). In C—VII lag der Hohlraum nicht zentral und war auch nicht abgeformt. Dafür war er aber mit verbrauchtem Pilzsubstrat angefüllt und aus diesem Grund dürften die Ameisen seine Zugänge mit Erde verstopft haben, so daß kein Zement eindringen konnte. Die Wände der ZR waren nicht glatt, sondern hatten viele, etwa 1 cm tiefe Ausbuchtungen oder Nischen.

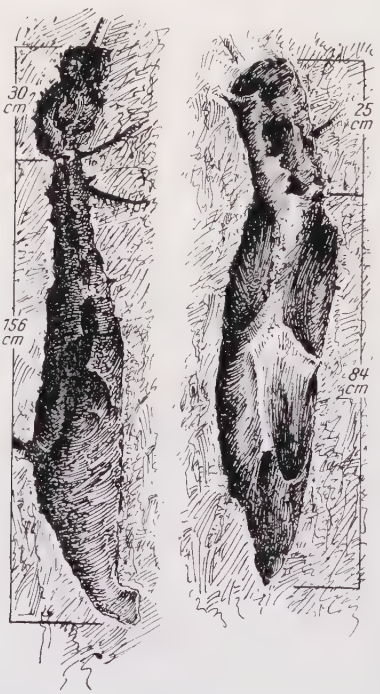


Abb. 21. Zwei ZR aus nicht ausgegossenen Bauten. Sie waren vollständig leer und hatten in ihrem Innern unregelmäßig geformte, lamellenartige Falten. Sie standen fast senkrecht im Bau

Der Abguß des ZR vom Nest C—I hatte unzählige, zarte Spitzen oder Stacheln, die 2 mm stark und 5—8 mm lang waren. Leider wurden sie bei der Ausgrabung zerstört, wie auch der obere Teil des Zentralraumes nicht ganz mit Zement angefüllt war und deshalb zerbrach. Dieser ZR war unterhalb einer Einkerbung zu einem pfeifenkopfähnlichen Gebilde verdickt, das durch einen dünnen Kanal mit dem „U“ in Verbindung stand (Abb. 22).

In vielen nicht ausgegossenen Bauten wurden keine ZR gefunden. Sie scheinen demnach nicht unbedingt nötig zu sein oder werden erst ab einem bestimmten Alter angelegt. Keineswegs stellen sie „Zisternen“ dar, wie sie STAHEL & GEIJSKES in Surinam fanden. Zisternen wären nämlich im hiesigen Bergland sinnlos (s. weiter unten). Alle aufgefundenen ZR haben gemeinsam: oben einen dicken Kopf, die Verjüngung nach unten zu, eine fast aufrechte Stellung und gleich großes Volumen. Ihre Lage im Nest war dagegen verschieden. Im Bau C—I lag der ZR zentral im unteren Nestteil, in C—VII seitlich in mittlerer Nesthöhe, in den nicht ausgegossenen Nestern

6/33 und 2/33 zentral oder seitlich hinten. Der Zweck der ZR war aus den Abgüssen obensowenig zu ersehen, wie der der bereits mehrfach erwähnten Taschen.

Abb. 22. Der ZR von C—I. Der Kopf des ZR ist rückwärts mit drei riesigen Kammern verbunden. Außerdem besteht eine Verbindung mit dem „U". Die beiden Kammern vor dem ZR stehen mit diesem nicht in Verbindung

In die ZR von C—I und C—VII mündeten an ihrem obersten Ende dicke Kanäle von oben her ein. In C—I waren es 3, in C—VII war es nur einer. Außer diesen Kanälen liefen noch einige weitere auf verschiedene Stellen der Hohlraumseiten zu. Die ZR von C—I und C—VII waren zudem durch einen kurzen, dicken Kanal mit besonders großen Kammern verbunden (Abb. 22). Die in Abb. 22 vor dem ZR erkennbare Kammer dagegen, stand mit dem ZR nicht in Verbindung.

Einen anderen Hohlraumtyp, der vielleicht auch einen besonderen Zweck erfüllt, dürften die in Nest C—VII allein vorgefundenen „Taschen" darstellen. Sie waren unter sich in der Form verschieden, und besaßen an ihrem obersten Ende 1 oder 2 dickere Kanäle. Außerdem mündete je ein Kanal an ihrem untersten Ende ein. Die Taschen lagen unregelmäßig im Bau verteilt, in der Mehrzahl aber nahe am „U" in der Gegend der Erweiterungszone. Wie aus Abb. 20 zu entnehmen ist, waren die Taschen, die auf der Höhe des „U" lagen, etwas kleiner, als die höher gelegene Tasche Nr. 3. Vielleicht war nur letztere bereits vollendet. An Tasche Nr. 3 und 4 waren die waagrechten, scharf angekanteten Wände auffallend. Die

Hohlräume der Taschen waren nicht mit verdorbenem Pilz, sondern mit einer nicht zu identifizierenden Masse ausgefüllt, die mit Erde und dicht zusammengeballten Regenwürmern untermischt war. Angesicht dieser Tatsache erhebt sich eine Anzahl Fragen, wie die nach der Bedeutung und Entstehung der Taschen usw., die aber alle nicht beantwortet werden können und weitere Untersuchungen verlangen. Ein anderer Taschentyp, die Tasche 1 wurde nur einmalig aufgefunden und bereits in Teil I, Abschn. 9, Abb. 25, beschrieben und abgebildet. Gewisse Verwandschaft mit den besprochenen Zentralräumen zeigt Tasche 2 (Abb. 23). Der Ausguß besitzt eine Anzahl Warzen, die Abdrücke von Nischen, wie sie auch in den ZR vorkommen. Ferner zeugen die am obersten Ende eintretenden Kanäle, sowie die senkrechte Stellung der Tasche für eine weitgehende Ähnlichkeit mit den ZR. Im Gegensatz zu letzteren ist die Tasche 2 aber nur 50 cm lang. Sie stand mit einem, von Warzen übersätem Gebilde, das außerdem abgeflachter und mit zwei kleinen Nebentaschen versehen war, in enger Verbindung. An Tasche 2 war nur eine Nebentasche angeschlossen. Die eigentlichen ZR besitzen keine Nebentaschen, was anzudeuten scheint, daß den Taschen ein anderer Verwendungszweck zukam.

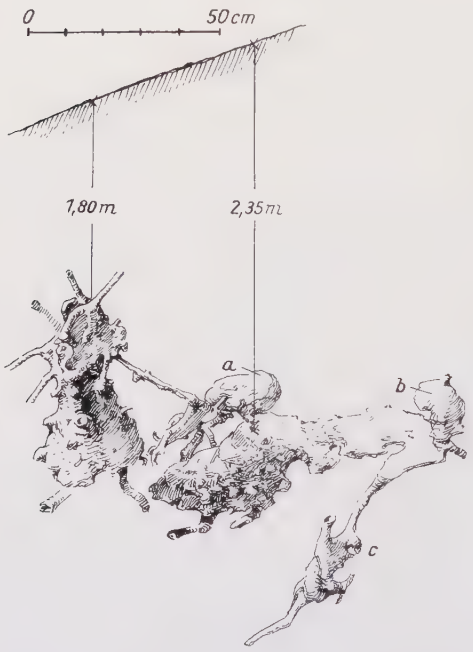


Abb. 23. Gesamtansicht der Tasche Nr. 2. a, b, c = Anhängsel am zweiten Hauptkörper. An der abgeplatteten Stelle ist der obere Teil des ersten Hauptkörpers zu denken, der leider nicht ausgegossen wurde

Abb. 24. Ein lamellenartiger Hohlraum aus C—VII, der von mindestens vier Kanälen durchzogen wird

Das in Abb. 24 dargestellte Gebilde aus dem Nest C—VII dürfte nicht zu den Taschen zu rechnen sein. Es ist zwar ähnlich wie letztere an Kanäle angeschlossen und auch von solchen durchzogen, hat aber keine Vorwölbungen, d. h.; da es sich um einen Ausguß handelt, keine Nischen. Es scheint vielmehr aus lamellenartigen Streifen zu bestehen. Diese Merk-

male geben zu der Vermutung Anlaß, daß nahe nebeneinander laufende Kanäle durch spätere Erweiterung miteinander verschmolzen sind und so ein einheitlicher Hohlraum gebildet wurde. Es wäre weiterhin denkbar, daß auf diese Weise der ZR gebildet wird und das erwähnte Gebilde einen im Anfangsstadium befindlichen ZR darstellt. Durch Erweiterung und Verschmelzung von Kanälen wäre der unregelmäßig geformte Hohlraum des ZR ebenso zu erklären, wie das Fehlen von Pilzrasen in seinem Innern.

Der Vollständigkeit halber muß noch eine Hohlraumart erwähnt werden, die nur ein einziges Mal in einem nicht ausgegossenen Bau, der in einem Walde lag, gefunden wurde. Die betreffenden Hohlräume waren klein, maßen nur 10—20 cm im Durchmesser und lagen zu mehreren inmitten vieler Kanäle ziemlich hoch oben im Bau. Sie nahmen sowohl waagerechte, wie auch schräge Lage ein und standen mit vielen Kanälen in Verbindung, so daß sie ähnlich, wie die in Teil I, Abschn. 9 erwähnten Hohlräume, als Umsteigstellen dienen könnten (Abb. 25).

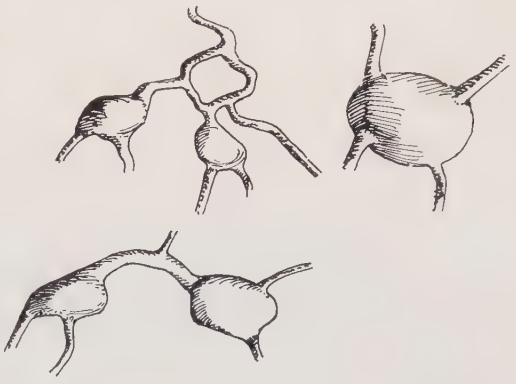


Abb. 25. Kleine Hohlräume, der auf pag. 20 beschriebenen Art. Sie wurden nur einmal angetroffen und waren 10—20 cm groß. Ihre Wand war glatt. Sie wirkten wie Aufblähungen der Kanäle

Die genaue Bedeutung all der erwähnten Hohlräume ist noch unbekannt. Sie können keine Pilzkammern darstellen, jedoch läßt ihr häufiges Vorkommen darauf schließen, daß sie doch für die Ameisen einen bestimmten Zweck zu erfüllen haben. Ich möchte durch die genauere Besprechung künftige Bearbeiter der *Atta*-Bauten darauf hinweisen, diesen Hohlräumen Beachtung zu schenken.

Verschiedentlich wurde der Einwand erhoben, daß all diese Hohlräume durch Erosion entstanden wäre. Dies scheint unwahrscheinlich, denn die Sauva würde sicher alle Erdspalten, durch die Wasser eindringen und die Hohlräume auswaschen könnte, zubauen. Falls aber die Höhlungen schon vor der Nestgründung vorhanden waren, wäre es höchst eigenartig, daß sie immer ziemlich in der Mitte des Nestes und nie zufällig am Rande oder außerhalb des Nestes liegen. Außerdem spricht gegen jede zufällige Entstehung die Übereinstimmung der Hohlräume in Einzelheiten der Form und Größe, was darauf hinweist, daß sie wirklich ein Werk der Ameisen sind.

In den Nestern von *Atta sexdens* in holländisch Guayana haben Stahel & Geijskes Hohlräume gefunden, die sie, wie erwähnt, für Zisternen halten (s. oben). Dr. Stahel äußerte in unserer Korrespondenz, daß die hier erwähnten ZR ebenfalls Zisternen sein könnten. Dazu ist zu bemerken, daß die hiesige *Atta* eine andere Rasse ist, als die in Surinam. Ferner ist die Bodenfeuchtigkeit in der hiesigen Gegend bestimmt höher als im Untersuchungsgebiet der erwähnten Autoren. Die hiesigen Verhältnisse sind für den Pilz gerade am günstigsten, deshalb braucht hier die Sauva kein

Wasser aufzuspeichern. Außerdem besteht ein weiterer Gegensatz darin, daß die *Atta* von Surinam ihre Toten in die Zisternen bringt, während sie hier in den aufgegebenen Kammern abgelagert werden. Der Zweck der Hohlräume unserer *Atta* bleibt also weiter ungeklärt.

5. Über die Gesetzmässigkeit im *Atta*-Nest

Ähnlich wie Bienen und Wespen ihre Nester und Zellen stets nach gleichen Regeln bauen, weisen auch die Nester der Sauva bestimmte Gesetzmäßigkeiten auf, die aber durch Anpassung an die verschiedenen Bodenverhältnisse stark verwischt werden. Je nach der Lage im hügeligen, ebenen, steinigen, oder wurzelreichen Boden, ferner je nach der Höhe des Grundwasserspiegels oder je nach der Art von Sandeinsprengungen in den Boden weichen die Nester begreiflicherweise in Einzelheiten voneinander ab. Jedoch sowohl die Anlage im ganzen, als auch gewisse Einzelheiten bleiben überall gleich.

Schon die Art, wie die junge Königin (tanajura) die neue Kolonie gründet, zeigt überall die gleiche Regel. Auf ebenem Gelände gräbt sie sich genau senkrecht ein, in hügeligem dagegen erst senkrecht zur Oberfläche, aber schon nach wenigen cm biegt sie auch hier in die Lotrechte ein (vgl. Abb. 10 in Teil I). Sie folgt also dem Schweregesetz, das auch die weitere Nestanlage bestimmt. In der Ebene entwickelt sich die Nestanlage zentrifugal, im Hügelgelände dagegen talabwärts, soweit talab Raum vorhanden ist. Im großen und ganzen bleibt in beiden Fällen die Nestentwicklung bis zu einem gewissen Alter kreisförmig und demzufolge liegen dann auch die Randkanäle in einem Kreis. Starke Wurzeln, Steine, Sandenklaven usw. werden überall, eng an den betreffenden Gegenstand angeschmiegt, umgangen oder gemieden. Wenn es aber gerade paßt, werden solche Hindernisse als Kanalwandungen ausgenützt. Wie am Ufer des Parahyba mehrfach beobachtet, verändert aber hohes Grundwasser die Form des Nestes wesentlich, da der Pilz von zu großer Feuchtigkeit ferngehalten werden muß. Das Nest kann nicht zu weit in die Tiefe vorgetrieben werden, muß dafür aber, um den seinem Alter gemäßen Raum einzunehmen, nach den Seiten ausgebaut werden. Dies war bei allen derartig gelegenen Bauten gleich.

Nach Grundsätzen gleicher Art sind ferner alle Pilzkammern angelegt. Sie gleichen sich alle in ihren festgeschlossenen, glatten Kuppeln, den Stielchen und der Lage an den Schrägkanälen. Nur ihre Größe variiert, was sich sicherlich nach dem verfügbaren Raum und dem Bedarf an Kammern richtet.

Gemeinsam ist auch allen Nestern die Art der Vergrößerung. Wie bereits gezeigt ist daher auch die Lage der Randkanäle überall gleich.

Weiterhin ändert sich die Form der Kanäle bei deren Richtungsänderung immer gesetzmäßig nach dem $2\pi r$-Satz (s. Teil I, Abschn. 6c). Die Kenntnis all dieser Regelmäßigkeiten ermöglicht es, sich bei allen Sauva-Nesten zurechtzufinden und die bekämpfungstechnisch wesentlichen Abweichungen richtig einzuschätzen.

6. Die Zweckmäßigkeit im *Sauva*-Nest

Ohne die Zweckmäßigkeit in den Nestern anderer Insekten gering zu achten und sie im *Atta*-Nest als etwas Außergewöhnliches anzusehen, halte ich es doch angebracht, auf die Zweckmäßigkeit in der Nestanlage besonders aufmerksam zu machen, da deren Beachtung möglicherweise zur Vereinfachung der Bekämpfung beitragen könnte.

Wie bereits gezeigt, sind vor allem die Pilzkammern in höchstem Grade einfach und zweckentsprechend gebaut; die Gründung der jungen Kolonie geht derart vor sich, daß die Königin in wenigen Stunden vor der feindlichen Umwelt gesichert ist; die drei Formen der Kanäle, die Umsteigestelle (?), die Erweiterung des Baues, die kürzesten Verbindungen zweier Kanäle, die Anlage der Randkanäle u. a. m. All dies erfüllt seine, oft komplizierte Aufgabe auf die denkbar einfachste und vollkommenste Weise. Diese Einfachheit ist außerdem mit Arbeitsersparnis verbunden oder bzw. umgekehrt die Arbeitsersparnis erzeugt Einfachheit.

Es muß hier das äußerst praktische Ringsystem mit seinen radikal einmündenden Schleppkanälen nochmals angeführt werden (s. Teil I, Abschn. 7). Es verteilt die aus den großen Schleppkanälen einströmenden Blatteinträgerinnen auf die einfachste Weise über die engeren Schrägkanäle. Die Schleppkanäle verlaufen (nach dem Prinzip eine einmal eingeschlagene Richtung beizubehalten) schnurgerade auf den Ernteplatz zu und sind bis zu 200 m lang. Da sie radial vom Nest ausgehen, ist es möglich schon aus der Richtung

der Schleppkanäle die Lage eines noch unbekannten Baues zu bestimmen. Scharfe Abbiegungen aus einer gegebenen Richtung finden sich nur vor Hindernissen. So hatte ich einmal Gelegenheit in einem mit Zement ausgegossenen Jungbau einen ausgesprochenen Knick im „ersten Tiefenkanal" freizulegen (vgl. Observacoes e experiencias" Kap. 8, 1943). Dieser Kanal bog plötzlich 4 cm vor einem großen, stark belebten Schleppkanal eines fremden, feindlichen Volkes im scharfen Winkel ab, nahm aber dahinter die alte Richtung sogleich wieder auf. Hätte die junge Sauva diese Umgehung nicht gemacht, so wäre sie in den Schleppkanal hineingeraten. Diese Umgehung scheint darauf hinzudeuten, daß der Feind gemieden werden sollte. Abgesehen von solchen besonderen Situationen verlaufen die Kurven eines Kanals weich und es kann ihnen eine gewisse Schönheit nicht abgesprochen werden (Abb. 13—15), wie immer nach menschlichem Empfinden Schönheit mit Vollkommenheit gepaart ist.

7. Probleme der Bekämpfung und Zusammenfassung

Wie bereits in Teil I einleitend erwähnt, war es Zweck dieser Arbeit mit Hilfe des Ausgußverfahrens die Struktur des Sauva-Nestes gründlich zu erforschen. Ein Angriff auf dieses unterirdische, komplizierte Gebilde kann nämlich nur dann von Erfolg gekrönt sein, wenn es vorher genau erkundet ist. Alle jahrzehntelangen Versuche ein befriedigendes Bekämpfungsverfahren zu finden, waren gescheitert und hatten über die Ursachen der Mißerfolge keinen Aufschluß erbracht. Umgekehrt ließ sich aber auch nie erkennen worauf zufälliges Gelingen einer Bekämpfung beruhte. Es wurde von niemanden bestritten, daß die Bekämpfung immer noch sehr im Argem lag, es kam aber auch niemand auf den Gedanken, daß dies in der ungenügenden Kenntnis der Neststruktur seinen Grund haben könnte. Es wurden immer neue Mittel und Apparate erdacht und in der Propaganda für diese immer wieder ihr Einsatz an den Hauptkanälen empfohlen (s. Teil I. Abschn. 6 f). In den Gebrauchsanweisungen wird das Verstopfen von Löchern verlangt, aus denen während des Einpumpens der Giftgase, diese wieder abziehen (s. Teil I, Abschn. 6 a). Bei allen Verfahren war es nötig den Nestspiegel zu reinigen und bis zum nächsten Tage zu warten, damit die Sauva die Eingänge wieder freilegt, die durch das Arbeiten mit der Hacke verstopft wurden.

Diese und andere Irrtümer haben die Entdeckungen bei den Zementausgüssen richtig gestellt. Viel Arbeit wurde so als überflüssig erkannt und über das Wirrsal von Kanälen und Kammern Übersicht verschafft. Damit wurden auch einige praktische Kenntnisse gewonnen. Es blieben aber eine Reihe von Fragen ungelöst, u. a.: Die Bedeutung der ZR und der Taschen; Wie die Giftgase von unter her in die Kammern gelangen könnten; Ob die Königin einen festen Sitz hat oder wie die Bienenkönigin im Nest umherwandert; Nach welchen Anhaltspunkten ein Minimum der anzuwendenden Mittel berechnet werden kann; Welche Jahreszeit für die Bekämpfung am günstigsten ist; Ist es möglich durch einen einzigen Angriff einen Bau vollständig auszuräuchern?; usw. Diese Fragen zu lösen, muß künftigen Arbeiten vorbehalten bleiben.

Aus den Ergebnissen der Ausgrabungen können aber folgende Ergebnisse zusammengefaßt werden, die zur Erleichterung der Bekämpfung beitragen dürften:

1. Die sogenannten Haupt- oder Meisterkanäle existieren nicht. Sie brauchen nicht erst gesucht zu werden.

2. Die geschlossenen Kuppeln der Pilzkammern und die ausschließlich von unten in die Kammern einmündenden Zugänge, zwingen zu dem Schluß, daß die Giftgase oder sonstigen Bekämpfungsmittel so beschaffen sein müssen, daß sie in der Kammerzone von unten aufzusteigen vermögen.

3. Die meisten Nestausgänge im Zentrum des Nestspiegels stehen schon dicht unter der Oberfläche untereinander in Verbindung, nicht aber mit der Kammerzone. Der größte Teil der Bekämpfungsmittel, der in die eingeleitet wird, würde aus den Schleppkanälen abfließen und für die Bekämpfung verloren gehen. Dieser Umstand erspart die Begasung durch die erwähnten Nestausgänge.

4. Die Randkanäle gehen vom Rande des Nestspiegels aus, haben keine weiteren Ausgänge zur Oberfläche und münden zentral in der tiefsten Nestzone. Durch sie fließt in kühlen Tageszeiten die Frischluft in den Bau. Auf dem gleichen Wege eingeleitete Gase gelangen ohne Verlust in die Kammerzone. Die Randkanäle sind leicht aufzufinden, ersparen das mühselige Abräumen der Nestspiegelschicht und sind daher die für die Bekämpfung geeignetsten Kanäle.

5. Die günstigsten Tageszeiten für die Bekämpfung sind in der hiesigen Gegend die Stunden kühler Außentemperatur: Vormittags etwa bis 9.00 Uhr und nachmittags etwa ab 15.00 Uhr.

6. Die Entdeckung der ZR, der Taschen und anderer, nicht näher deutbarer Hohlräume hat erwiesen, daß es außer den Pilzkammern und Kanälen noch andere Hohlräume gibt. Ob sie für die Bekämpfung von Bedeutung sind, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Aus dem Zoologischen Institut der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

Direktor: Prof. Dr. Wolfgang v. Buddenbrock

Beitrag zur Kenntnis der Biologie des Speckkäfers *Dermestes vulpinus* F.

Von

Hans Helmut Gabel (Heidesheim/Rh.)

Mit 36 Abbildungen

D 77

Inhalt: I. Allgemeine Vorbemerkungen: 1. Einleitung S. 153. — 2. Material und Methodik S. 154. — II. Untersuchungen: 1. Das Ei. Beschreibung S. 157. — Unbefruchtete Eier S. 161. — Feinde S. 162. — 2. Entwicklung. Embryonalentwicklung S. 163. — Larvenschlupf und Schlupfprozente S. 168. — Verhalten der verpuppungsreifen Larve S. 169. — Puppe und Imaginalschlupf S. 171. — 3. Imago. Größe und Geschlechtsverhältnis S. 173. — Begattung S. 174. — Eiablage S. 175. — Lebensdauer S. 179. — 4. Ernährung. Nahrung und Nahrungsmenge S. 180. — 5. Abhängigkeit der Häutungszahlen von äußeren Faktoren. Temperatur S. 184. — Ernährung S. 186. — Zusammenfassung S. 187. — Literaturverzeichnis S. 189.

I. Allgemeine Vorbemerkungen

1. Einleitung

Der Dornspeckkäfer, *Dermestes vulpinus* F., ist biologisch bisher nur lückenhaft bearbeitet worden. Die Morphologie, insbesondere die der Larve und Puppe, war schon im vorigen Jahrhundert Gegenstand eingehender Untersuchungen. Biologische Einzelbeobachtungen sind in der Literatur weit verstreut und beziehen sich fast sämtlich auf die große Schadwirkung, welche der Käfer unserer Wirtschaft zufügt.

In der nachstehenden Arbeit soll eine eingehende Darstellung der Biologie des *Dermestes vulpinus* F. gegeben werden. Dabei wurde besonders Gewicht auf das Studium der Lebenserscheinungen gelegt, weil diese in ihrer Gesamtheit grundlegend für eine eventuelle spätere Bearbeitung der Fragen dienen können, die sich mit den Möglichkeiten der Bekämpfung des Dornspeckkäfers auseinandersetzen.

Für die Anregung zu dieser Dissertation bin ich den Herren Professor Dr. W. v. Buddenbrock und Dozent Dr. W. Madel (Ingelheim) dankbar. Ebenso danke ich Herrn Dozent Dr. F. Schaller für die Durchsicht und Übernahme des 2. Referates der Arbeit.

Die Untersuchungen selbst konnte ich in den Laboratorien der wissenschaftlichen Abteilung der Firma C. H. Boehringer/Sohn, Chemische Fabrik, Ingelheim ausführen, wofür ich dem Vorstand des Unternehmens auch an dieser Stelle danke.

2. Material und Methodik

Bevor ich über die Materialbeschaffung berichte, sei einiges über das Vorkommen der Tiere vorangeschickt.

Der Dornspeckkäfer wird nicht selten in Gebäuden gefunden, in denen tierische Produkte hergestellt oder gelagert werden. Sein Vorkommen ist aber nicht nur auf Häuser beschränkt. Auch im Freien ist der Käfer anzutreffen. Hierbei hält er sich entweder in Vogelnestern, an Tierleichen oder an Abfällen auf. Doch ist sein Aufenthalt im Freien (abgesehen von den Vogelnestern) weitgehend vom Klima abhängig.

Daß der Dornspeckkäfer erst später bei uns eingeschleppt wurde, ist mehrfach vermutet worden.

Vorkommen in Wohnstätten und Lagerhäusern

Eine quantitative Untersuchung über schädliches Auftreten von Dermestiden in Häusern hat KEMPER (1939) angestellt. Von insgesamt 973 Fällen entfielen auf den Dornspeckkäfer 16 Tiere, die in Häusern und 11 Tiere, die in Nestern gefunden wurden. ZACHER (1939) berichtet uns, daß der Dornspeckkäfer neben dem gemeinen Speckkäfer (*Dermestes lardarius* L.) in einem Lager in Berlin an Schweinegriebenbrocken auftrat. Auch in zoologischen Handlungen hat man den Schädling an Futtermitteln (Fischmehl und Garnelenschrot) gefunden (KRUEL, 1940).

Vorkommen im Freien

a) in Vogelnestern

Daß Speckkäfer auf Taubenböden vorkommen und dort durch „Anfressen junger Tauben" schädlich werden können, berichtet schon DÖBNER (1862). Daneben liegen bis heute eine ganze Reihe von Meldungen vor, welche sich mit der Schädlichkeit des Speckkäfers in Geflügelställen beschäftigen. Interessanterweise wurde einmal dabei ermittelt, „daß das eigentliche Brutnest der Käfer auf dem Taubenboden im Taubendung war". (Zeitschr. f. angew. Ent., Berlin 1919). Eine ausführliche Darstellung der zur Nidicolenfauna zählenden Hausschädlinge hat KEMPER (1938) gegeben. Dabei wurde untersucht, für welche Hausschädlinge die Nester als Überwinterungsort in Betracht kommen. Für *Dermestes vulpinus* F. sind die Nester von Haussperling, Feldsperling und Kohlmeise angegeben.

b) an Tierleichen

Daß Speckkäfer durch Auslegen von Kadavern angezogen werden, ist längst bekannt. ZACHER (1941) berichtet, daß *Dermestes cadaverinus* F. und *Dermestes vulpinus* F. in den Sommermonaten äußerst häufig an Kadavern gefunden werden. „In einem halben Schafkopf, der 4 Tage ausgelegt war, fanden sich 466 Larven". Trotz zahlreicher Bemühungen während zweier Sommer (1952 und 1953) gelang es in Ingelheim nicht, *Dermestes vulpinus* anzulocken (Begründung s. u.).

c) an Abfällen

WEIDNER (1952): „*Dermestes vulpinus* F. in einigen Straßen der Hafengegend (Hamburg), z. B. Kehrwieder, in der warmen Jahreszeit stets zu finden (WIMMEL 1907), in einem Mühlenfegselhaufen am Bullerdeich (GEBIEN 1896), eingeschleppt mit Häuten, Kuhhaaren, Entenfedern, Knochen, Fischmehl . .".

Zur Frage der Einschleppung des Dornspeckkäfers möchte ich folgendes zitieren (WEIDNER, 1952): „Besonders zahlreich sind die Insektenarten, die in den Seronen der Sassaparilwurzel eingeschleppt werden. Die Arzneidroge *Radix sassaparillae* ist die Wurzel der amerikanischen Sassaparil-Stechwinde (*Smilax sassaparilla*), einer Liliacee, die aus Honduras, Veracruz und Jamaika nach Deutschland importiert wurde. In Hamburg wurden die zu Puppen gebundenen Wurzeln, die meistens in Rinderhäute eingenäht als 80—100 kg schwere Pakete, die sog. Seronen, ankamen, auseinandergenommen, gereinigt und neu verpackt. Diese Seronen boten den Insekten Unterschlupf und Nahrung für eine Seereise. WIMMEL (1891) hat ihnen sein besonderes Augenmerk gewidmet". — Neben einer Reihe anderer Dermestiden wurde in ihnen auch *Dermestes vulpinus* F. gefunden.

Diesem Bericht könnte man noch zahlreiche andere hinzufügen. Oft schon wurde die Meinung vertreten, daß die Heimat des Dornspeckkäfers Amerika sei (ZACHER, 1938). HERTER vermutet eine Einschleppung aus Südamerika (Mitt. Ges. Vorratsschutz,

18. Jhg. Nr. 6, 19. Jhg. Nr. 1—4). Daß eine Einschleppung der Tiere auch heute laufend erfolgt, beweisen erstens die Tatsachen, daß der Dornspeckkäfer in Hafenstädten viel häufiger als im Binnenland angetroffen wird und zweitens die vielen Meldungen über beschädigte Waren, welche auf dem Schiffswege zu uns kommen. So können wir bei ZACHER (1927) lesen, daß er *Dermestes vulpinus* „sowohl in Darmsendungen wie in ungegerbten Rinderhäuten in größter Anzahl" fand. Über das frühere Fehlen des Dornspeckkäfers in der „alten Welt" möchte ich ZACHER (1938) zitieren: „Der Dornspeckkäfer (*Dermestes vulpinus* F.) ist in Mumien und Grabbeigaben bisher noch nicht gefunden worden. Es scheint also, daß diese Art im alten Ägypten noch nicht vorhanden war (1500 v. Ch.) und erst später eingeschleppt worden ist".

Mir selbst war es leider versagt, den Dornspeckkäfer an seinem Aufenthaltsort zu beobachten. Daß Anlockungsversuche mit Tierkadavern erfolglos blieben, wurde schon erwähnt. Man kann dies nur dahingehend begründen, daß zunächst einmal die geographische Lage (Binnenland) und zum anderen das Fehlen größerer Lagerhäuser, in denen zuweilen importierte Produkte lagern, verantwortlich zu machen sind. Eine Exkursion zur Abdeckerei Sprendlingen (Rheinhessen) verlief ebenfalls negativ. Bei einem Besuch des Schlacht- und Viehhofes Mainz wurde eine Larve von *Dermestes Frischii* KUGEL gefunden.

Diese Verhältnisse zwangen mich, die Tiere aus schon bestehenden Zuchten von Instituten und Firmen schicken zu lassen.

So erhielt ich von Herrn Professor KEMPER (Berlin) aus Berlin-Dahlem (Robert-Koch-Institut) Larven, Puppen und Imagines (die Tiere stammten aus einer Berliner Wurstfabrik).

Ferner wurden mir von Herrn Dr. ESTHER (Chemnitz) Larven und Imagines zugesandt (genauer Fundort unbekannt; die Käfer wurden von Häuten aus der Chemnitzer Häutesammelstelle abgelesen).

Herrn Dr. DROHSIN (Hamburg) verdanke ich ebenfalls Larven und Imagines von *Dermestes vulpinus*. (Die Insekten wurden mit befallener Ware — es handelte sich um getrocknetes Schildkrötenfleisch — zugeschickt).

Schließlich erhielt ich noch eine Sendung von Larven, Puppen und Imagines durch Frl. Dr. WAEFFLER (Basel, Schweiz).

Zwei Hamburger Firmen bedachten mich mit Materialproben, welche bei uns eingeführt und durch Speckkäfer befallen waren. Es handelte sich einmal um Peru-Blössen, d. h. geschorene Schaffelle, die kurz vorher in Hamburg eingetroffen waren. Die Felle waren durch *Dermestes vulpinus*-Larven befallen. Ebenfalls Larven und Imagines des Dornspeckkäfers lieferte mir die andere Firma, deren Leute die Tiere bei der Sortierung einer Partie trockener Rindshäute aus Uruguay gefunden hatten.

Die Z ü c h t u n g der Käfer erfolgte in Gefäßen verschiedener Größe. Zunächst galt es, eine Stammzucht anzulegen, aus der dann im weiteren Verlauf der Arbeit beliebig Tiere entnommen werden konnten. Dazu diente ein rundes Glasaquarium (Durchmesser 30 cm, Höhe 24 cm). Ich bot den Tieren zunächst reichlich Versteckmöglichkeiten und Material zum Einbohren der verpuppungsreifen Larven. Als Futter verwendete ich meistens Tierkadaver; gelegentlich fütterte ich auch Schweine-, Kalbs- und Rinderblasen sowie -Därme. Mit welcher Geschwindigkeit beispielsweise eine Maus oder Ratte abgenagt wurde, war erstaunlich. Ebenso verblüffend war die Genauigkeit, mit der die Insekten die Knochen benagten. Außer den Knochen blieben fast sämtliche Haare übrig. So entstand innerhalb kurzer Zeit eine etwa 10 cm hohe Schicht, bestehend aus Larvenhäuten, Haaren, Knochen, Kot und Bohrmehl am Boden des Zuchtglases. Um das Abfliegen der Käfer zu verhindern, wurde der Behälter mit einem Drahtgazedeckel verschlossen.

Beobachtungen und Versuche erforderten oft entweder eine paarweise oder eine E i n z e l h a l t u n g der Käfer. Hierzu dienten kleinere Petrischalen (Durchmesser 5—7 cm). Der Schalenboden war mit einem Rundfilter bedeckt, damit die Tiere besser laufen konnten. Bei Weibchen, die auf ihre Eiablage geprüft werden sollten, verwendete ich schwarz gefärbte Rundfilter; so waren die weißen Eier ohne weiteres zu erkennen. Das Be-

streben der Weibchen, ihre Eier in kleinste Zwischenräume abzulegen, machte ich mir dadurch zunutze, daß ich die betreffenden Schalen mit einem Deckglas versah. Die Tiere schoben nun ihre Eier unter den Deckglasrand. Dadurch war ein eingehendes Studium der Gelegeformen möglich geworden.

Die Feuchtigkeitsregulation in der Schale besorgte ein Filtrierpapierstück 1 × 2 cm, das innen am Schalendeckel durch tägliches Anfeuchten befestigt wurde (MADEL 1940). Beim Arbeiten über 28° C wurde die Schale durch Verdoppelung der angefeuchteten Fläche (4 qcm) mit höherer Feuchtigkeit ausgestattet. Daß die Tiere unbedingt Feuchtigkeit benötigen, konnte ich des öfteren beobachten. So waren beim Einlegen frischer Tierkadaver nach kurzer Zeit die noch feuchten Teile dicht besiedelt. Es fanden sich Larven und Imagines ein. Besonders die Innenseite des Felles übte eine starke Anziehungskraft aus.

Laufende Versuche wurden täglich kontrolliert, wobei die Einhaltung einer bestimmten Kontrollzeit (vormittags zwischen 9 und 12 Uhr) angestrebt wurde.

Gegen Licht waren die Versuchsschalen durch Pappe abgeschirmt.

Mehrere Versuche verlangten bestimmte Entwicklungsstadien, deren genaues Alter bekannt sein mußte. Wurden z.B. Eilarven benötigt, so machte ich mir den zeitlich einheitlichen Schlupf eines Eigeleges zunutze. Für Puppen wurden Larven im Präpupalstadium separat gehalten und täglich kontrolliert. Auf diese Weise konnten Puppen beschafft werden, deren Schlupftag festlag. Bei Imagines kam die gleiche Methode zur Anwendung, indem der Imaginalschlupf der Puppen kontrolliert wurde. Für die Beschaffung von Eiern hielt ich mehrere Weibchen, denen jeweils ein Männchen beigegeben war. Auch hier war es möglich, Eier zu erhalten, deren Ablagezeitpunkt bekannt war. Dies wurde durch stündliches Kontrollieren der betreffenden Weibchen erreicht.

Die Skizzen zur Erläuterung der Eiformen entstanden unter Zuhilfenahme eines Zeichenspiegels, der das mikroskopische Bild auf eine Zeichenfläche projizierte.

Zur Messung der Eigröße fand ein Okularmikrometer Verwendung.

Wägungsversuche (Ei- und Puppengewichte sowie Nahrungsverbrauch) wurden mit Hilfe einer Torsionswaage durchgeführt.

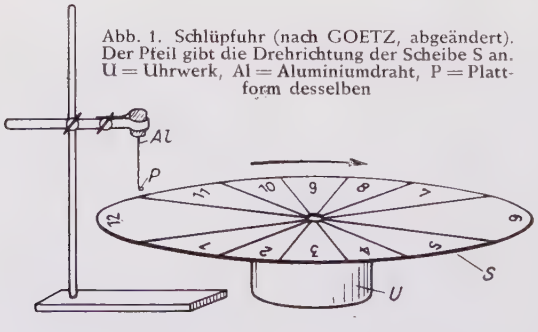


Abb. 1. Schlüpfuhr (nach GOETZ, abgeändert). Der Pfeil gibt die Drehrichtung der Scheibe S an. U = Uhrwerk, Al = Aluminiumdraht, P = Plattform desselben

Zur genauen Festlegung der Embryonalentwicklungsdauer wurde eine Schlüpfuhr herangezogen. Die Wirkungsweise war folgende: (Fig. 1). Eine Scheibe aus Kunststoff (Vinidur) mit einem Durchmesser von 26,7 cm und einer Stärke von 0,2 cm drehte sich mit Hilfe eines Uhrwerkes einmal in 12 Stunden um die eigene Achse. Auf der Scheibe waren 12 Hauptsektoren (12 Stunden) abgeteilt. Die Eier, deren Schlupf zeitlich erfaßt werden sollte, kamen auf eine kleine Plattform, die aus einem

dünnen Aluminiumdraht durch Aushämmern hergestellt war. Letztere wurde ca. 2—3 cm über die Scheibe gebracht. Dann wurde die Zeit eingestellt. Schlüpften die Larven aus, so fielen sie binnen kürzester Frist auf die Scheibe in einen bestimmten Stundensektor. Ein Entrinnen der Larven wurde dadurch verhindert, daß die Scheibe mit Fliegenleim bestrichen wurde. Auf diese Weise konnte die genaue Stunde des Larvenschlupfes abgelesen werden.

Eine thermokonstante Kammer, sowie zwei Brutschränke gestatteten ausgedehnte Untersuchungen in verschiedenen Temperaturstufen.

Zum Arbeiten mit tieferen Temperaturen diente ein elektrischer Kühlschrank.

Zur Herstellung verschiedener Feuchtigkeitsbereiche wurden bestimmte Salze in der Hygrostatenschale nach ZWÖLFER (1932) verwendet.

II. Untersuchungen

1. Das Ei

Beschreibung

Die Eier des Dornspeckkäfers haben eine länglich ovale Form. Sie sind unmittelbar nach der Ablage polarisiert. Der Kopfpol ist durch feine Härchen gekennzeichnet (Fig. 2). Außerdem ist er im gewöhnlichen Falle auch etwas verdickt. Letzteres braucht nicht immer der Fall zu sein, was besonders bei abnormen Eiformen in Erscheinung tritt, da dort manchmal die Verhältnisse umgekehrt liegen (s. u.).

Abb. 2. Eier des Dornspeckkäfers. Die am Koptpol befindlichen Härchen sind gut sichtbar

Die Farbe der Eier ist glänzend weiß. Mit bewaffnetem Auge sind am Ei der gesamten Länge nach Schrammen zu erkennen, die beim Passieren des weiblichen Legeapparates entstehen.

Man kann normal geformte Eier von solchen mit abnormer Form unterscheiden.

Was die abnormen Eiformen betrifft, so kann man hier eine Unterteilung in einzelne Typen vornehmen. Vier verschiedene Typen sind zu unterscheiden: 1. „gekrümmt", 2. „zugespitzt", 3. „sohlenartig" und 4. „gehakt". Das Sammeln der abnormen Eier gestaltete sich recht schwierig, da deren Vorkommen unter 10 % liegt, wie durch längeres Auszählen festgestellt wurde. Es konnten daher täglich nur wenige entnommen werden. Fig. 3 veranschaulicht die so gewonnenen Eier. Der Kopfpol ist bei allen Eiern nach oben gerichtet. Interessant sind in dieser Hinsicht die zugespitzten Eiformen. Von insgesamt 22 haben 12 den Kopfpol (dem Normalfall entsprechend) am stumpfen Ende. Die übrigen 10 jedoch sind am Kopfpol merkwürdigerweise zugespitzt. Bei den gehakten Eiern fällt auf, daß

das Kopfende meistens an der Hakenbildung liegt. Fig. 4 zeigt je ein Exemplar der abnormen Eitypen.

Bemerkenswert ist auch die prozentuale Verteilung auf die einzelnen Typen. Von den insgesamt 97 Eiern entfallen 43 (44,3 %) auf den Typ „gekrümmt", 22 (22,7 %) auf den Typ „zugespitzt", 15 Eier (15,4 %) sind „sohlenartig", 12 Eier (12,4 %) „gehakt" und 5 Eier (5,2 %) konnten in keiner der vorgenannten Kategorien untergebracht werden.

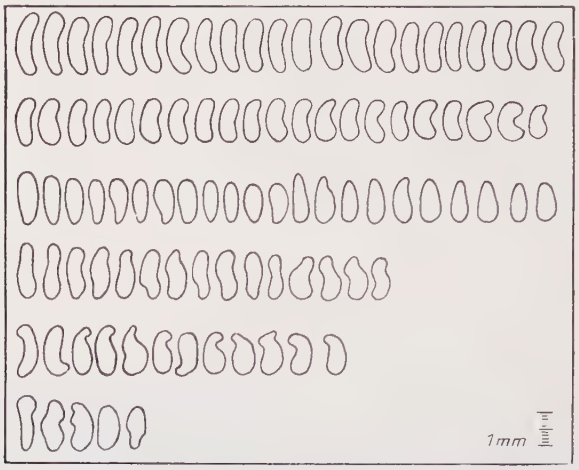


Abb. 3. Abnorme Eiformen, nach Typen geordnet; Reihe 1 und 2 = gekrümmt, Reihe 3 = zugespitzt, Reihe 4 = sohlenartig, Reihe 5 = gehakt und Reihe 6 = Sonstige

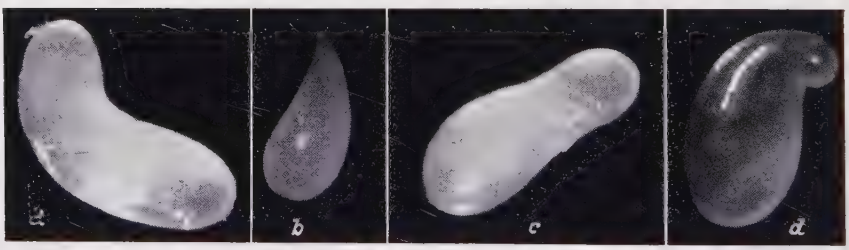


Abb. 4. Abnorme Eitypen. a) gekrümmt, b) zugespitzt, c) sohlenartig, d) gehakt

Die Frage, ob abnorm gestaltete Eier neben ihrem habituellen Unterschied auch physiologische Besonderheiten zeigen, kann auf jeden Fall bejaht werden. So wurden z. B. die Schlupfprozente von normalen und abnormen Eiformen verglichen.

Die Haltung der beiden Eiformen geschah dabei unter gleichen Bedingungen. Um einen gut gesicherten Wert zu erhalten, wurden in 12 Versuchen insgesamt je 143 Eier vergleichend geprüft. Unterschiede in der Entwicklungsdauer konnten nicht beobachtet werden. Normale und abnorme Eier schlüpften zu dem der Temperatur entsprechenden Termin. Für jede Parallele wurde die gleiche Anzahl angesetzt.

Es ergab sich, daß die abnorm gestalteten Eier ganz erheblich hinter den normal geformten zurückstehen. Der Mittelwert der Schlupfprozente lag für die normalen Eiformen bei 84,1 %, für die abnormen bei 53,6 %.

Wie es zur Bildung abnormer Eiformen kommt, konnte ich nicht feststellen. Interessant ist jedoch, daß erstens Weibchen, die sonst normale Eiformen hervorbringen, auch gelegentlich Eier abnormer Gestalt legen können, ferner zweitens unbefruchtete Weibchen fast nur Eier mit abnormer Form ablegen, die nicht zur Entwicklung befähigt sind. Dies hat aber mit der angestellten Prüfung auf die Schlüpffähigkeit abnormer Eiformen nichts zu tun. Die zur Untersuchung gelangten Eier stammten alle von befruchteten Weibchen.

In der seitherigen Literatur war für die Eilänge 1,8 mm, für die Eibreite 0,5 mm angegeben (ZACHER 1927, KREYENBERG 1928). Außerdem finden wir bei letzterem den Vermerk: „Abweichungen kommen vor".

Es wurden jeweils die Länge und die Breite gemessen, und zwar sowohl bei normal, als auch bei abnorm geformten Eiern. Bei der Längenmessung dienten als Meßpunkte die beiden Pole. Die Messung der Eibreite erfolgte stets an der dicksten Stelle.

Der rechnerische Mittelwert der Messungen lag für die Länge der Eier bei 1,53 mm und für deren Breite bei 0,57 mm. Diese Mittelwerte sagen uns aber nichts über die Verteilung der Eigrößen. Tabelle 1 zeigt eine stufenförmige Verteilungstafel der Eilängen, in denen die Längenwerte in Abschnitte von je 0,1 mm unterteilt sind. Für die Breitenwerte wurde dasselbe Verfahren angewandt. Hier mußte das Intervall von Gruppe zu Gruppe auf 0,03 mm herabgesetzt werden (Tabelle 2).

Tabelle 1

Stufenförmige Verteilungstafel der Eilängen

Länge in mm	1,20— 1,29	1,30— 1,39	1,40— 1,49	1,50— 1,59	1,60— 1,69	1,70— 1,79	1,80— 1,89	1,90— 1,99	2,00— 2,09
Anzahl Eier	2	17	24	21	16	10	6	3	1

Tabelle 2

Stufenförmige Verteilungstafel der Eibreiten

Breite in mm	0,47— 0,49	0,50— 0,52	0,53— 0,55	0,56— 0,58	0,59— 0,61	0,62— 0,64	0,65— 0,67	0,68— 0,70	0,71— 0,73
Anzahl Eier	7	15	16	20	28	3	2	8	1

Schwieriger liegen die Verhältnisse bei abnormen Eiformen. Hier kommt hinzu, daß eine Messung von Pol zu Pol, besonders bei den Typen „gekrümmt" und „sohlenartig", nicht ohne weiteres möglich ist. In Wirklichkeit wird in diesen Fällen eine Gerade, welche die kürzeste Verbindung zwischen den beiden Polspitzen darstellt, gemessen. Die Ermittlung der Eibreite erfolgte wie bei den normalen Eiformen jeweils an der dicksten Stelle. Die Mittelwerte der einzelnen Eitypen sind folgende:

„gekrümmt"	Länge = 1,50 mm,	Breite = 0,54 mm
„zugespitzt"	„ = 1,33 mm,	„ = 0,59 mm
„sohlenartig"	„ = 1,46 mm,	„ = 0,56 mm
„gehakt"	„ = 1,37 mm,	„ = 0,61 mm

Eine Gegenüberstellung der Größenwerte normaler und abnormer Eiformen zeigt, daß abnorm geformte Eier im Durchschnitt der Länge nach kleiner sind als normal gestaltete:

Normale Eiformen: Mittl. L. = 1,53 mm, mittl. B. = 0,57 mm
Abnorme Eiformen: Mittl. L. = 1,42 mm, mittl. B. = 0,58 mm

Abschließend drängt sich die Frage auf, ob die Eigröße durch irgendwelche Faktoren beeinflußbar ist. In Frage kommen die verschiedensten Einflüsse: Habitus des Weibchens, dessen Alter, Ernährungsweise usw. Von diesen Möglichkeiten wurde die Beziehung der Eigröße zum Alter des Weibchens näher untersucht. Der Versuch erforderte die Messung aller Eier, die ein Weibchen im Laufe seines Lebens ablegte. Um Zufallsergebnissen auszuweichen, erstreckte sich die Untersuchung auf 10 Weibchen.

Während nachgewiesen wurde, daß die Eilänge eine deutliche Reduktion erfährt, konnte eine solche der Eibreite nicht beobachtet werden. Die Breite der Eier schwankt vielmehr während der Lebensdauer des Weibchens um einen bestimmten Wert. Die Schwankungen sind dabei gering; bei einer mittleren Breite von 0,57 mm betragen sie meist rund 0,02 mm, das sind etwa 3,5 %. Bei der Eilänge hingegen ist ein deutlicher Abfall der Meßwerte festzustellen.

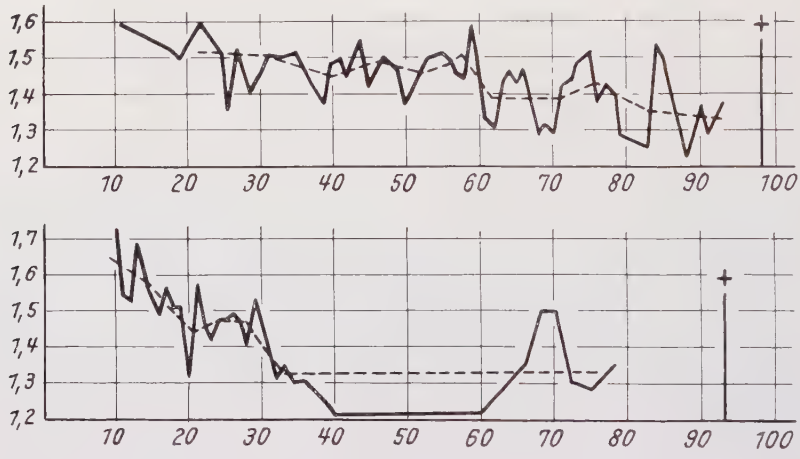


Abb. 5. Abnahme der Eilänge während der Lebensdauer der Weibchen; graphisch dargestellt (Ordinate = Eilänge, Abszisse = Lebensdauer)

Man vergleiche dazu 2 charakteristische Kurven (Fig. 5). Ordinate = Eilänge, Abszisse = Lebensdauer. Die Weibchen waren mit je einem Männchen zusammengesetzt worden. Der Tod ist in Fig. 5 durch eine senkrechte Linie mit einem darüberstehenden + angegeben. Es sind jeweils 2 Kurven dargestellt, eine ausgezogene und eine gestrichelte Kurve.

Bei der täglichen Kontrolle wurden die abgelegten Eier gemessen und die erhaltenen Werte gemittelt. Diese Mittelwerte stellen die Punkte der ausgezogenen Kurve dar. Die Punkte der gestrichelten Linie erhielt ich aus dem Mittelwert von je 20 Eiern (die Mittelwerte der anderen Kurve sind aus der täglichen und daher kleineren Eizahl gewonnen).

Abschließend kann gesagt werden, daß die Eilänge mit dem Alter des Weibchens bei einem Längen-Mittelwert von 1,43 mm um 0,103 mm, d. h. um rund 7 % abnimmt.

Zur Feststellung des Eigewichts untersuchte ich in 10 Wägungen insgesamt 1000 Eier, die nicht älter als 24 Stunden sein durften, da Eier im vorgeschrittenen Alter an Gewicht verlieren (s. u.). Bei den Wägungen kam es besonders darauf an, möglichst individuelle Gleichheiten auszuschalten. Daher wurden die Eier von 34 Weibchen verwendet. Die Eiproduzenten hatten ein Alter von etwa 7 Wochen, lebten bei einer Temperatur von etwa 26° C und wurden mit Schweinsblase gefüttert. Ich halte diese Angaben für wesentlich, da das Eigewicht durch die genannten Faktoren beeinflußbar sein könnte. Das Gewicht eines Eies wurde im Mittel zu 0,231 mg bestimmt.

Unbefruchtete Eier

Die unbefruchteten Eier wurden ebenfalls genauer studiert. Zur Gewinnung derselben setzte ich getrennt in 10 Petrischalen je ein Weibchen an. Ich ließ die Puppen bereits separat schlüpfen, so daß jeglicher Verkehr mit Männchen ausgeschlossen war. Durch die Einzelhaltung war es möglich, gleichzeitig von jedem Weibchen die Gesamteiablage und die Lebensdauer festzustellen. Diese Punkte werden weiter unten noch ausführlicher behandelt werden. Von den 10 Weibchen legten zwei keine Eier ab. Die übrigen acht begannen alsbald mit der Eiproduktion.

Unbefruchtete Eier unterscheiden sich von befruchteten:

a. durch ihr Aussehen
b. in der Art, wie sie zur Ablage kommen.

a. Aussehen

Bereits oben wurde ein Unterschied zwischen normal und abnorm geformten Eiern getroffen. Bei der Kontrolle der unbefruchteten Eier stellte sich nun heraus, daß weitaus die Mehrzahl abnorm geformt war.

Die Weibchen hatten zusammen 328 Eier gelegt. Nur 54 waren normal gestaltete Eier, die übrigen 274 setzten sich aus den verschiedensten Arten abnormer Eiformen zusammen. Die schon erwähnten vier „Typen" waren auch wieder zu finden, wobei die zugespitzten Eier den größten Anteil ausmachten. Es folgten die gehakten, dann die gekrümmten und schließlich die sohlenartigen Eiformen. Hinzu kommen noch drei weitere Kategorien, welche ich ebenfalls unter den Hauptbegriff „abnorme Eiformen" einreihe.

Es handelt sich dabei erstens um Eier, deren Eiweiß eine Zusammenziehung erfährt, so daß nicht mehr das gesamte Eivolumen von ihm erfüllt wird und dadurch an den Polen wasserhelle, durchsichtige Stellen entstehen (Fig. 6). Daß diese Zentralisation nicht immer in der Eimitte erfolgen muß, zeigt das Ei in Fig. 7, bei dem das Eiweiß ca $^2/_3$ des Eies ganz ausfüllt. Das andere Drittel ist vollkommen durchsichtig. Hierzu muß bemerkt werden, daß auch bei befruchteten Weibchen (allerdings sehr selten) diese Eier beobachtet wurden. Zur Entwicklung kamen sie aber niemals. Zum zweiten sind eine Reihe von Eiern zu erwähnen, die durch außerordentliche Kleinheit auffallen. Ihre Länge ist oft kaum größer als ihre Breite, so daß sie zuweilen kugelförmig erscheinen. Bei Messung dieser Eier stellte ich Län-

genwerte von rund 0,6—0,7 mm fest, während die Breite wie üblich ca. 0,5 mm maß.

Abb. 6. Unbefruchtetes Ei mit zentral gelegenem Eiweiß

Abb. 7. Unbefruchtetes Ei mit einseitig plaziertem Eiweiß

Schließlich sind drittens noch die eingetrockneten Eier zu erwähnen. Sie gleichen ihrem Aussehen nach den durch Hitzeeinwirkung geschädigten Eiern (Fig. 13).

b) Ablage unbefruchteter Eier

Die Art, in der unbefruchtete Weibchen ihre Eier zur Ablage bringen, ist gänzlich verschieden von der Eiablage eines befruchteten Weibchens. Ein befruchtetes Weibchen klebt seine Eier im Gegensatz zum unbefruchteten Weibchen nicht an. Die Eier kommen gewöhnlich lose, und zwar meistens in Form von Gelegen zur Ablage. Diese Gelege können 20 oder mehr Eier enthalten. Daneben werden auch einzeln Eier abgelegt.

Unbefruchtete Weibchen setzen niemals Gelege ab. Die Eier kamen stets einzeln zur Ablage. Von diesen waren über die Hälfte an ihrer Unterlage angeklebt. Darin unterscheiden sich zuweilen, wie oben erwähnt, ebenfalls unbefruchtete Eier von befruchteten. Das Ankleben der Eier erfolgte zumeist so, daß die Eier aufrecht standen. Die übrigen waren flach angeklebt. Beim Versuch, diese Eier von ihrer Unterlage zu lösen, wurden die meisten so stark beschädigt, daß sie ausliefen.

Vor allem waren es „zugespitzte" Eier, welche aufrecht angeklebt waren, wobei sie auf dem spitzen Pol ruhten. Auch eine Reihe „gehakter" Eier wurden aufrecht abgelegt, wobei das Ei mit dem „Haken" angeklebt war.

Feinde

Feinde der Eier sind in erster Linie Milben. Sie fanden sich oft in den Zuchtgläsern eierlegender Weibchen. Nicht selten habe ich Milben an Eiern fressen sehen (Fig. 8). Solche Beobachtungen waren wegen der großen Lichtscheue der Milben nur im Halbdunkel möglich.

Ein Ei, das durch Milbenfraß beschädigt ist, kommt nicht mehr zur Entwicklung. Oft bildet sich an der Fraßstelle durch Verletzung des Chorions ein dunkelbrauner Fleck. Durch Milben beschädigte Eier trocknen binnen kurzer Zeit aus. Sie zeigen dann ein Aussehen, das dem der durch Hitze geschädigten Eier etwa gleicht.

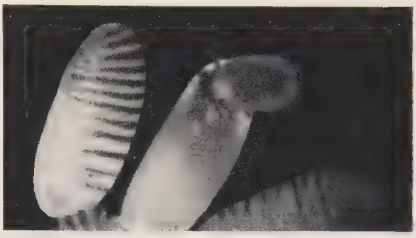


Abb. 8. Milbe an *Dermestes*-Eiern

Eine Reihe kleiner Insekten können ebenfalls Speckkäfereier durch Fraß vernichten. Diese Beobachtungen verdanke ich dem Umstand, daß neben den *Dermestes*-Zuchten noch Vorratsschädlinge in größerem Umfang gehalten wurden. Auf dem Arbeitsplatz waren daher morgens oft einige Tiere, die aus den Zuchtgläsern entkommen waren, zu finden. Mit ausgelegten *Dermestes*-Eiern wurden dann diese Tiere „angelockt".

Außer den Milben hatten sich Reismehlkäfer *(Tribolium castaneum* L.) und Getreideschmalkäfer (*Oryzaephilus surinamensis* L.) eingefunden.

Bei mehrmaligen Wiederholungen des Versuches stellte ich stets dieselben Tiere fest.

Zweimal fand ich eine Larve der deutschen Schabe (*Phyllodromia germanica* L.) beim Fressen der Eier.

Stubenfliegen können die Eier mit ihrem Rüssel betasten. Es tritt dann eine Schädigung des Chorions durch Abgabe des Speichelsekretes ein.

Als Feinde der Dornspeckkäfer—Eier sind auch die eigenen Artgenossen zu bezeichnen. Frisch geschlüpfte Eilarven können schon nach kurzer Zeit viele Eier durch Fraß vernichten. Eier, die nicht versteckt abgelegt wurden, sind den größeren Larven und den Imagines ausgeliefert. Einmal konnte ich ein Weibchen beobachten, das zwischen seinen Mandibeln ein *Dermestes*-Ei umhertrug, um es alsbald zu verspeisen.

2. Entwicklung

Embryonalentwicklung

Die Embryonalentwicklung ist von verschiedenen äußeren Erscheinungen begleitet. Bei einer Temperatur von rund 25° C sieht man am ersten bis zweiten Tag nach der Ablage an den beiden Polen eine kappenartige Abgrenzung, in deren Bezirk die Eiweißmasse sich wäßrig trübe aufhellt; am dritten Tag erscheinen am Kopfpol beiderseitig je sechs rotbraune Punkte, die larvalen Punktaugen (Ozellen). Sie sind im Anfang noch undeutlich sichtbar, später jedoch heben sie sich von ihrer Umgebung gut ab. Dasselbe gilt von den ventral gelegenen Mandibeln. Nunmehr beginnen auch die ersten Bewegungen des jungen Embryo. Kreyenberg (1928): „Die Ozellen werden seitwärts und rückwärts, die Mandibeln gegeneinander und auseinander geführt. Die Bewegung der Ozellen und der Mandibeln ist höchst ungleichmäßig und findet in verschiedenen Intervallen statt".

Bald darauf erscheinen auf der Dorsalseite der Eihülle, ebenfalls zunächst noch unscheinbar, dann aber immer deutlicher werdend, quer zur Längsrichtung 12 rotbraune Bänder. Diese stellen „die zu Büscheln angeordneten Haarborsten der einzelnen Tergite" dar.

Die Eihülle erfährt ebenfalls im Laufe der Embryonalentwicklung eine Veränderung. Die schon erwähnten Schrammen, die der gesamten Eilänge nach auftreten, verschwinden alsbald. Das Chorion wird zuletzt sehr spröde, eine Vorbedingung für das erfolgreiche Schlüpfen der Junglarven.

Am dritten bis vierten Tage setzen die Schlüpfwehen ein. „Das Chorion ist infolge des Wachstums des Embryo jetzt außerordentlich straff gespannt. Die Konturen des Embryo treten plastisch auf dem Chorion hervor. Es beginnen die Vorwehen durch eine starke Einkrümmung der Ventralseite, so daß sich das Ei auf der Unterlage bewegt. Nach jeder Vorwehe folgt eine verschieden lange Ruhepause. Meistenteils erst kurz vor dem Schlüpfen treten die Hauptwehen ein. Hierbei spielen Kopf- und Beinpaare eine besondere Rolle. Der Kopf wird auf das Prosternit gesenkt und die drei Beinpaare bis an die Mundwerkzeuge angewinkelt. Die Extremitäten stemmen sich so kräftig gegen das Cho-

rion, daß sie sich in ihren Konturen deutlich abheben. Gleichzeitig ziehen sich die einzelnen Segmente von hinten nach vorn teleskopartig infolge Muskelwirkung auseinander. Das schon spröde Chorion wird dadurch am Kopf stark beansprucht. Jetzt wird der gesenkte Kopf langsam nach oben gehoben, wobei die Mandibeln gespreizt sind. Dieser Vorgang wiederholt sich drei bis fünf mal, bis schließlich das Chorion über der Stirn einreißt. Damit ist die Eihülle durchbrochen, und das Schlüpfen der Larve beginnt" (KREYENBERG).

Abb. 9. Eientwicklung

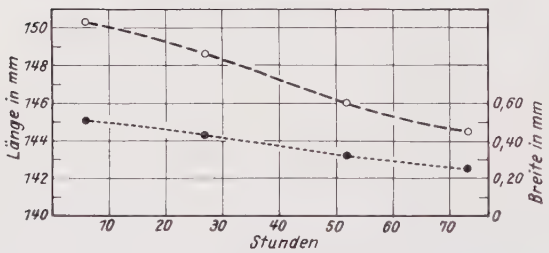


Abb. 10

In Fig. 9 sind die am Ei bei der Embryonalentwicklung wahrnehmbaren Veränderungen dargestellt. Fig. 9a zeigt ein Ei am zweiten Tag nach der Ablage. 9b veranschaulicht das Ei nach drei Tagen. Jetzt sind bereits die Ozellen zu erkennen. 9c gibt das Ei kurz vor dem Schlupf wieder. Außer den Ozellen treten nun auch die Segmente deutlich in Erscheinung. 9 d zeigt die leere Eihülle.

Im Laufe der Embryonalentwicklung ist ein meßbarer Größen- und Gewichtsverlust am Ei festzustellen.

Zur Größenabnahme der Eier konnte folgendes gemessen werden:

Zur Untersuchung gelangten 50 Eier, die in bestimmten Zeitabständen gemessen wurden. Die einzelnen Messungen (insgesamt vier) lagen so, daß die erste kurz nach der Eiablage und die letzte kurz vor dem Larvenschlupf stattfand. Fig. 10 legt die Verhältnisse in einzelnen dar.

Die gestrichelte Kurve verbindet die einzelnen Meßpunkte der Eilänge, die punktierte Linie gilt für die Breitenwerte der Eier. Auf den beiden Ordinaten sind einmal die Eibreite in mm (links) und zum anderen die Eilänge in mm (rechts) aufgetragen. Die Abszisse stellt die Zeit in Stunden dar. Die erste Messung erfolgte nach sechs Stunden. Die Eier hatten zu dieser Zeit eine Durchschnittsgröße von 1,503 mm Länge und 0,505 mm Breite. Bei der letzten Messung (nach 73 Stunden) waren diese Werte auf 1,445 mm bzw. 0,475 mm gesunken, so daß eine Größenabnahme von 0,058 mm für die Länge (etwa 3,9%) und 0,030 mm für die Breite (etwa 5,9%) zu verzeichnen war.

Hinzuweisen wäre noch auf den s-förmigen Verlauf der Längenkurve, der uns sagt, daß die Größenabnahme nicht mit gleicher Geschwindigkeit, sondern im Anfang und besonders am Ende der Embryonalentwicklung

langsamer als in der Mitte verläuft. Der Larvenschlupf erfolgte nach rund 82 Stunden.

Der Gewichtsverlust entsteht, weil die sich entwickelnde Larve einen erheblichen Teil der Eimasse veratmet. Dazu wurde folgender Versuch angestellt:

100 Eier, die mit einem Zeitintervall von drei Stunden aus verschiedenen Zuchtbehältern abgesammelt worden waren, brachte ich auf einem Deckglas in die Torsionswaage. Dort wurden sie bis zum Schlupf in verschiedenen Zeitabständen gewogen. Besondere Sorgfalt wurde dabei auf die Gleichmäßigkeit der äußeren Bedingungen gelegt. Die Temperatur bewegte sich zwischen 25,9 und 26,3° C, die relative Luftfeuchte betrug 61—66 %.

Eine sofortige Wägung der Eier nach deren Absammeln brachte ein Gewicht von 24,50 mg, d. h. ein Ei wog im Durchschnitt 0,245 mg. Von den 100 Eiern blieben 8 unentwickelt. Der bei den Wägungen sich einstellende Gewichtsverlust bezog sich demnach nur auf die übrigen 92 Eier. Das anfänglich festgestellte Gesamtgewicht mußte also um das Gewicht der 8 Eier (8 × 0,245 mg) vermindert werden, d. h. für die übrigen 92 Eier verblieb ein Gewicht von 22,540 mg. Insgesamt wurden 9 Wägungen durchgeführt. Fig. 11 gibt eine Kurvendarstellung der ermittelten Werte. Die Punkte stellen die einzelnen Wägungen dar. Auf der Abszisse ist die Zeit in Stunden, auf der Ordinate das Gewicht in mg angegeben.

Wie man sieht, bleibt das Eigewicht etwa die ersten 25 Stunden konstant. Von da ab beginnt ein gleichmäßiges Fallen, das gegen Ende der Entwicklung stark zunimmt. Der Larvenschlupf erfolgte nach etwa 80 Stunden. Sobald die erste Larve geschlüpft war, wurden die Wägungen eingestellt.

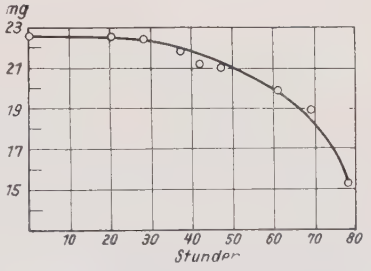


Abb. 11. Graphische Darstellung des Gewichtsverlustes der Eier während der Embryonalentwicklung

Die Gesamtgewichtsabnahme betrug 7,20 mg. Auf das einzelne Ei umgerechnet bedeutet dies einen Gewichtsverlust von 0,078 mg. Ein Ei verliert somit bei seiner Entwicklung rund 1/3 seines Anfangsgewichtes. Ob es sich dabei um einen reinen Wasserverlust handelt, sei dahingestellt.

Die Dauer der Embryonalentwicklung ist von der umgebenden Temperatur abhängig. Kreyenberg (1928) hat bei 26—27° C drei Tage, bei 23—24° C vier Tage und bei 22—23° C fünf Tage für die embryonale Entwicklungsdauer von *Dermestes vulpinus* festgestellt. Die Angaben stimmen mit den vorliegenden Untersuchungen überein und wurden durch weitere ergänzt.

Die verschiedenen Temperaturstufen wiesen einen Abstand von je etwa 2° C auf. Die Ablagezeit der Eier und der Larvenschlupf konnten auf die Stunde genau ermittelt werden.

Das Kurvenbild in Fig. 12 zeigt die festgestellte Abhängigkeit. Die Abszisse ist in Wärmegrade eingeteilt, auf der Ordinate ist die Zeit in Stunden aufgetragen. Aus der Kurve ist folgendes zu entnehmen:

Bei 20° C vergehen 227 Stunden, das sind rund 9 1/2 Tage von der Eiablage bis zum Larvenschlupf. Mit zunehmender Temperatur nimmt die Entwicklungszeit ab. Man kann auf diese Weise die Eientwicklung bei

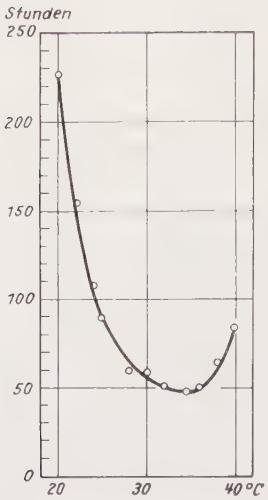


Abb. 12. Embryonalentwicklung des Dornspeckkäfers in Abhängigkeit von der Temperatur

32—36° C auf rund 50 Stunden abkürzen. Bei höheren Wärmegraden nimmt die Dauer der Embryonalentwicklung wieder zu, da sich jetzt die schädlichen Einflüsse hoher Temperaturen bemerkbar machen. Dieser Wendepunkt liegt für die Eier des Dornspeckkäfers bei einer relativen Feuchte von etwa 56 % bei 34° C.

Die beiden letzten Temperaturstufen (38 und 40° C) brachten zur Durchführung des Versuchs große Schwierigkeiten mit sich. Die Eisterblichkeit war sehr hoch. Von rund 50 Eiern konnten nur 8—10 Eier bei Aufrechterhaltung einer genügenden Feuchtigkeit (50—60 % im Brutschrank zur vollständigen Entwicklung gebracht werden.

Schließlich wurde eine Temperatur erreicht, die für die Eier abtötend wirkte. Bei 41° C gelang es nicht mehr, Eier zur Entwicklung zu bringen.

Die Entwicklung der Dornspeckkäfer-Eier kann durch extreme Umweltbedingungen negativ beeinflußt werden. Besonders empfindlich reagieren die Eier auf zu h o h e und zu t i e f e Temperaturen.

Oben wurde festgestellt, daß bei einer Temperatur von 41° C eine Entwicklung der Eier nicht mehr möglich war. Dies veranlaßte mich, Beobachtungen mit verchiedenen Entwicklungszeiten anzustellen, um so nähere Angaben über den Prozentsatz der Abtötung bei bestimmten Zeiten machen zu können.

Die Versuche wurden in einem Brutschrank, der die gewünschte Temperatur (41° C) genau einhielt, durchgeführt. Um das Austrocknen der Eier zu verhindern, stellte ich sie in geschlossenen Petrischalen, welche zuvor mit feuchtem Filtrierpapier versehen wurden, in den Brutschrank. Dauerte die Hitzeeinwirkung länger als acht Stunden, so wurde das Filtrierpapier erneut angefeuchtet. Die Feuchtigkeit in den Schalen betrug 60—65 %. Die Nachbeobachtung der Eier vollzog sich unter normalen Bedingungen bei rund 25° C.

Abb. 13.
Schadwirkung auf Eier des Dornspeckkäfers durch hohe Temperaturen

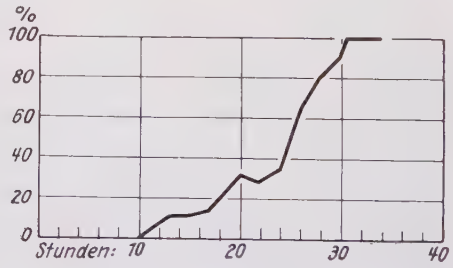


Abb. 14. Schadwirkung auf *Dermestes vulpinus*-Eier bei 41° C Abszisse = Einwirkungszeit in Stunden, Ordinate = Absterbeprozente

Durch Hitzeeinwirkung geschädigte Eier sind in Fig. 13 abgebildet. Zum Unterschied von den durch Kälteeinfluß geschädigten Eiern (s. u.) gibt es hier nur e i n e Art der Schadwirkung, nämlich Schrumpfung.

Die Annahme, daß ein verhältnismäßig kurzer Aufenthalt in der Untersuchungstemperatur den Eiern nicht wesentlich schadet, bestätigte sich. Fig. 14 zeigt, daß bei 20—24 Stunden Einwirkungszeit nur etwa 30 % der Eier soweit geschädigt wurden, daß eine Weiterentwicklung nicht mehr stattfand. Der zunächst ruhige Verlauf der Kurve wird durch ein sprunghaftes Ansteigen derselben abgelöst. Dies besagt, daß oberhalb einer bestimmten Einwirkungsdauer (20—30 Stunden) eine 100 %ige Schädigung der Eier durch Eiweißgerinnung verursacht wird.

Beobachtungen dieser Art haben für die Beantwortung der Frage nach der Bekämpfungsmöglichkeit von *Dermestes vulpinus* — etwa in Rohfellen — besonderes Interesse. Hitzeeinwirkung ist ein vielfach angewandtes Bekämpfungsverfahren, dessen Zuverlässigkeit von der genauen Kenntnis der Reaktion aller Entwicklungsstadien des betreffenden Schädlings abhängig ist.

Ebenso wie hohe Temperaturen schädliche Einflüsse auf die Eier ausüben, so schaden auch t i e f e Temperaturen, wenn sie lange genug einwirken.

Der Regler des Kühlschrankes war so eingestellt, daß die Temperatur zwischen —2 und —6° C schwankte. Die relative Feuchte bewegte sich um etwa 70 %. In 10 Versuchen wurden jeweils 50 Eier einem Kälteeinfluß von eins bis zehn Tagen ausgesetzt. Zur Nachbeobachtung kamen die Eier in eine thermokonstante Kammer (26° C und 58 % relative Luftfeuchte).

Tabelle 3
Übersicht zu dem Versuch über den Einfluß niederer Temperaturen auf *Dermestes vulpinus*-Eier

Versuchs-nummer	Eizahl	Kälteeinfluß in Tagen	Larve geschlüpft	Eier eingeschrumpft	z.-Eier	u.-Eier
1	50	1	40	8	1	1
2	50	2	39	9	—	2
3	50	3	36	11	—	3
4	50	4	31	14	2	3
5	50	5	22	16	5	7
6	50	6	21	19	4	6
7	50	7	16	26	6	2
8	50	8	22	14	5	9
9	50	9	19	15	9	7
10	50	10	18	12	7	13
Kontrolle	100	—	95	5	—	—

Ein Gradmesser für die Schadwirkung war der Prozentsatz des Larvenschlupfes. Die Übersicht in Tabelle 3 zeigt, daß bei langem Kälteeinfluß die Eier sehr in Mitleidenschaft gezogen werden, was sich durch niedrige Schlupfprozente äußerst (30—40 %). Nach nur einem Tag Kälte war ein weit besserer Larvenschlupf zu verzeichnen (80 %). Ein gleichzeitig laufender Kontrollversuch mit 100 Eiern bei 26° C ergab einen 95 %igen Larvenschlupf.

Die durch Kälteeinfluß beschädigten Eier boten ein charakteristisches Aussehen. Sie waren entweder eingeschrumpft oder das Eiweiß hatte sich in der Eimitte bzw. einseitig konzentriert (zentralisiert), wobei das übrige Eivolumen von einer wasserklaren Flüssigkeit erfüllt war. Diese Beobach-

tung habe ich auch bei unbefruchteten Eiern oft gesammelt (Fig. 6 und 7). In Tabelle 13 ist die Anzahl der so geschädigten Eier verzeichnet: „z.-Eier" (Eier mit zentralisiertem Eiweiß). Zu diesen Schädigungen kommt noch, daß das Ei kurz vor dem Larvenschlupf abstirbt. Die Entwicklung dieser Eier läßt sich auf Grund der äußeren Veränderungen genau verfolgen. Zu einem Larvenschlupf kommt es aber nicht mehr. Auch diese Art der Schädigung ist auf die Kälteeinwirkung zurückzuführen. Je länger nämlich die Eier der Kälte ausgesetzt waren, desto mehr konnten sich nicht mehr fertig entwickeln (26 % bei 10 Tagen Kälte). Die Anzahl dieser Eier sind in der letzten Kolonne als „u-Eier" (unvollständig entwickelte Eier) zu finden.

Es liegen mithin drei Arten von Schadwirkungen auf Eier durch niedere Temperaturen vor:

1. Schrumpfung
2. Eier mit zentralisiertem Eiweiß
3. Eier mit unvollständiger Entwicklung.

Larvenschlupf und Schlupfprozente

Das Schlüpfen der Junglarve konnte häufig beobachtet werden. Besonders geeignet hierzu erschienen Gelege, deren Eier innerhalb weniger Stunden nacheinander ausschlüpften. Den Schlüpfvorgang selbst beschrieb KREYENBERG (1928). Danach „erscheinen zuerst die Antennen, dann folgen die Mundwerkzeuge und der Kopf. Durch Einkrümmen des Hinterleibes bekommt die Larve ihre Gliedmaßen nach und nach frei". — Die rotbraunen Haare richten sich im Augenblick des Verlassens der Eihülle senkrecht auf. KREYENBERG schreibt, daß die Chorionhülle meist noch für kurze Zeit am Abdomen hängen bleibt. Dies gilt nach meinen Beobachtungen hauptsächlich für Eier, die nicht an glatten Flächen, z. B. Glas abgelegt sind. Da die Weibchen die in die Zuchtbehälter gelegten mikroskopischen Deckgläser mehrfach benutzten, um ihre Eigelege darunterzuschieben (s. u.), waren die Eier am Glase durch Antrocknen ganz leicht angeheftet. Dies genügte aber zur sofortigen Befreiung der Larve aus der Eihülle, welche am Glas haftend zurückblieb (Fig. 15).

Bei Larven, die aus Eiern schlüpften, welche auf Papier oder Holz abgelegt waren, konnte dagegen ein Hängenbleiben des Chorions am Abdomen beobachtet werden. Der Enddarm wird sofort fleißig als Nachschieber benutzt. Nach KREYENBERG bleibt die Larve bis zur Ausfärbung und Erhärtung des Chitins verborgen. Im Dunkeln dauert dies bei 18° C ein bis zwei Tage, im direkten Tageslicht bei 20—23° C fünf bis sechs Stunden.

Der Prozentsatz der schlüpfenden Larven beträgt S. 158 zufolge 84,1 %. Bei obiger Untersuchung waren normal und abnorm geformte Eier bezüglich ihrer Schlupfprozente geprüft worden.

Folgender Versuch beschäftigte sich mit der Frage, wieviel Prozent Larven aus der Gesamteiablage eines Weibchens ausschlüpfen. Die Weibchen, deren Eier geprüft werden sollten, wurden unter gleichen Bedingungen gehalten (Futter: Schweinsblase und täglich eine frisch getötete Fliegenmade, Temperatur: 26° C, relative Luftfeuchte: 60 %). Es wurden 10 Weibchen untersucht und ihre Eiablage bis zum Larvenschlupf beobachtet.

Damit konnte gleichzeitig die Frage nach der Schlüpffähigkeit der Eier von älteren bzw. jüngeren Weibchen beantwortet werden; es ergab sich, daß kein Unterschied der Schlupfprozente zwischen Eiern von älteren und solchen von jüngeren Weibchen besteht. Tabelle 4 gibt Aufschluß über die Ei-Schlupfprozente der untersuchten Weibchen. Der errechnete Mittelwert (86,4 %) dürfte als allgemein gültig angesehen werden können.

Abb. 15. Eihüllen des Dornspeckkäfers, auf Glasunterlage haftend

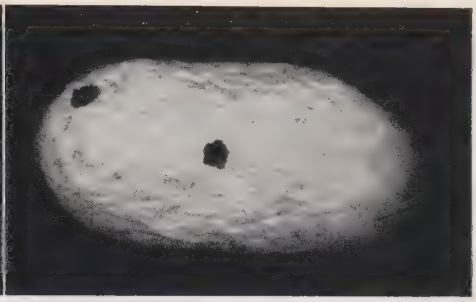


Abb. 16. Seidenraupenkokon. Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

Betrachtet man die Tabelle, so fällt auf, daß die Schlupfprozente bei den Weibchen am höchsten liegen, welche auch die höchsten Eizahlen hatten. Demnach dürfte hier ein direkter Zusammenhang zwischen der Vitalität der betreffenden Weibchen und den Schlupfprozenten bestehen.

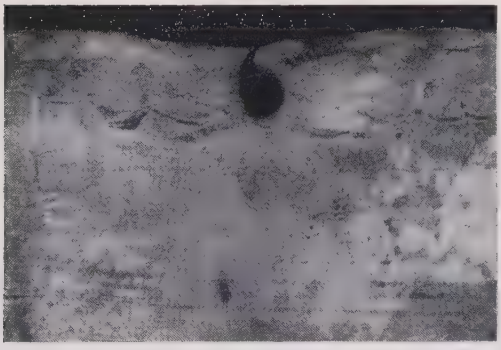


Abb. 17. Stück aus der Bleimantelumhüllung eines Telephonkabels. Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

Tabelle 4

Eischlupfprozente von 10 Weibchen

Nr.	Eizahl	Schlupfzahl	Schlupfprozent
1	179	164	91,6
2	220	206	93,7
3	121	96	79,4
4	107	66	61,7
5	439	405	92,4
6	488	457	93,8
7	129	111	86,0
8	269	245	91,2
9	433	395	91,3
10	182	150	82,4
Mittel	257	230	86,4

Verhalten der verpuppungsreifen Larve

Die Morphologie der Larve des Dornspeckkäfers ist schon mehrmals beschrieben worden (Letzner 1880, Rosenhauer 1882, Riley 1885, Karsch 1887, Rey 1889, Kreyenberg 1928).

Ihre Lebensweise wurde nur zum Teil studiert. Hier soll das letzte Larvenstadium einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Die Anzahl der Larvenhäutungen, die dem letzten Stadium vorangehen, ist nicht immer gleich, sondern von inneren und äußeren Faktoren abhängig. 5—11 Häutungen kann die Larve bis zum letzten Stadium durchmachen. Dieses Stadium ist gleichzeitig der längste Abschnitt des Larvenlebens. Seine Dauer ist unterschiedlich und wird von bestimmten Faktoren beeinflußt. Bei niederen Temperaturen ist es z. B. im allgemeinen

länger als bei höheren, Beziehungen, die trotz ihrer allgemein bekannten Zusammenhänge genau beobachtet und im Abschnitt 5 der Arbeit niedergelegt sind.

Sobald die Larve sich zur Verpuppung anschickt, zeigt sie ein verändertes Verhalten. Sie unterscheidet sich dabei von den vorhergehenden Stadien durch geringere Nahrungsaufnahme, einen ausgeprägten Wandertrieb und das Bestreben, in festen Materialien durch Einbohren eine Puppenwiege zu schaffen. Letzteres Verhalten kommt allen Angehörigen der Gattung *Dermestes* L. zu, und hierauf beruhen auch teilweise die großen wirtschaftlichen Schäden. Wir finden in der Literatur eine stattliche Zahl von Schadensmeldungen an Waren, die von den Larven zur Anlage der Puppenwiege angebohrt und damit wertlos wurden.

Kork (WAGNER 1921) und Tabakballen (ANDRES 1926, DECKERT 1926) sind oft genannte Stoffe, die durch Speckkäfer unbrauchbar werden. REH (1927) hat über beschädigte Zigarren berichtet; Stoffballen, z. B. Kunstseide (HERFS 1940), Wollwaren (REH 1927) und Baumwollballen (WEIDNER 1938) wiesen ebenfalls Beschädigungen durch Speckkäfer-Larven auf. Einmal hatten Larven in trocknem, stark gesalzenem Schweinefleisch Puppenwiegen angelegt (v. LENGERKEN 1930); auch Holz wird oft dazu benutzt (PFEFFER 1927, ZACHER 1928/29, 1939); in Mauerwerk (MADEL 1938) und Gipswänden (ZACHER 1938) hat man ebenfalls Puppenwiegen vorgefunden. Sogar Schäden an Blei (Anz. f. Schädlingsk. 1931) wurden durch Speckkäfer verursacht. Diese Aufzählung könnte man beliebig fortsetzen. Nur die hauptsächlich befallenen Stoffgruppen wurden genannt.

Zuerst glaubte man wohl, die Larven würden die Stoffe als Nahrung verwenden. Dem ist aber nicht so, wie durch Darmuntersuchungen einwandfrei bewiesen wurde. Das abgenagte Material wird nach außen befördert und bleibt vor der Puppenwiege liegen. Die Gänge können beträchtliche Länge aufweisen, da meistens alte Gänge noch weiter ausgebaut werden. Man hat solche bis zu 1/2 m Länge gefunden (DAY 1922).

Zur Festlegung einer bestimmten Härtestufe oberhalb der das Material von verpuppungsreifen Larven des *Dermestes vulpinus* nicht mehr angebohrt wird, wurden nacheinander eine Reihe von Stoffen verschiedener Härte geprüft. Die Versuche wurden in großen Schalen (Durchmesser 15 cm, Höhe 6 cm) ausgeführt. Die Materialproben kamen nacheinander getrennt in die Schalen, die gleichzeitig mit je 15 großen Larven beschickt waren. Dann stellte ich die Schalen bei 25° C unter einen umgestülpten Pappkarton. Nun wurde jeden Tag nachgesehen, welche Stoffe von den Larven angebohrt waren. Es stellte sich

Tabelle 5

Materialien, durch *Dermestes vulpinus*-Larven angebohrt; nach der zeitlichen Reihenfolge der Beschädigung geordnet

Torfplatten	nach	1	Tag	angebohrt
Preßkork	"	1	"	"
Seidenraupenkokon	"	1	"	"
Wachs (Kerzen)	"	1	"	"
Zigarren	"	1	"	"
Naturkork	"	1	"	"
Kopra (alt, trocken)	"	1	"	"
Esche	"	2	Tagen	"
Deutsche Kiefer	"	3	"	"
Papier (Kalenderblock)	"	5	"	"
Blei	"	5	"	"
Lärche	"	6	"	"
Tanne	"	6	"	"
Linde	"	6	"	"
Teak	"	7	"	"
Schildkrötenfleisch (getrocknet)	"	15	"	"
Pechkiefer	"	17	"	"
Brasilkiefer	"	17	"	"
Weymouthskiefer	"	19	"	"
Franziskuskiefer	"	19	"	"

dabei heraus, daß nicht alle Stoffe sofort beschädigt wurden, sondern einige erst nach längerer Zeit. In Tabelle 5 ist eine Aufstellung der untersuchten Materialien nach der zeitlichen Reihenfolge ihrer Beschädigungen gegeben.

Bei folgenden Stoffen wurden keine Bohrspuren festgestellt:

Pappel, Ulme, Weiß- und Rotbuche, Kastanie, Akazie, Nußbaum, Eiche, Pockholz, Vinidur (Kunststoff).

Für die Holzproben wurde stets junges, gesundes Holz herangezogen. Es wäre denkbar, daß auch ausgesprochene Harthölzer (Eiche, Buche, Nußbaum) in älterem, trockenem Zustand den *Dermestes*-Larven keinen Widerstand mehr bieten können.

Nach den Ergebnissen liegt also die gesuchte „Härtestufe" etwa bei mittelharten bis harten Hölzern. Alle weicheren Stoffe können durch die

Abb. 18. Tannenholz.
Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

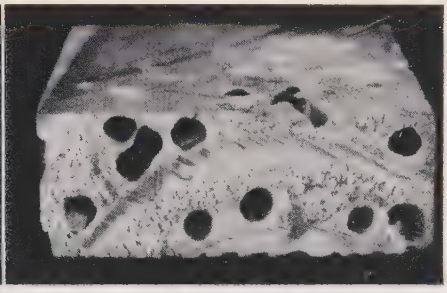


Abb. 19. Lärchenholz.
Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

Larven beschädigt werden. In den Figuren 16 bis 19 sind verschiedene Stoffproben abgebildet, welche im einzelnen die Schadwirkung der *Dermestes*-Larven demonstrieren.

Puppe und Imaginalschlupf

Über die Morphologie der Puppe von *Dermestes vulpinus* hat Rey 1889 berichtet.

Die Größe der Puppe ist von der Lebensweise der Larve abhängig und bestimmt die Körpermaße der Imagines. Gemäß den Feststellungen auf S. 173 ist die weibliche Imago im allgemeinen größer als die männliche. Dasselbe gilt für die Größe der Puppe. Die männliche Puppe mißt nach Kreyenberg (1928) 7 bis 7,5 mm in der Länge und 2,5 bis 2,7 mm in der Breite. Die weibliche Puppe ist dagegen 9 bis 9,5 mm lang und 3 mm breit. Die Farbe der Puppe ist elfenbein bis hellgelb.

Das Schlüpfen der Puppe geht gewöhnlich, sofern die Larve Gelegenheit zum Einbohren hatte, in der Puppenwiege vor sich. Frei liegende Puppen bleiben häufig in der letzten Larvenhaut stecken (Fig. 20). Dies ist nach Günther (1900) bei *Dermestes lardarius* L. eine Maßnahme gegen die Austrocknung der Puppe. Während die Puppe gewöhnlich in der letzten Larvenhaut ruht, wird dieselbe abgestreift, wenn man die Tiere etwas feucht hält. Derselbe Versuch wurde bei *D. vulpinus* durchgeführt.

In zwei Hygrostatenschalen, von denen die eine 16 % relative Luftfeuchte aufwies, und die andere eine solche von 96 % hatte, wurden je 12 verpuppungsreife, unbewegliche Larven gebracht. Die Temperatur betrug 27,5° C. Bei Kontrolle des Versuches stellte sich folgendes heraus: Von den Puppen, welche in der trocknen Umgebung geschlüpft waren, verblieben 6, also die Hälfte, in der letzten Larvenhaut. In der Schale mit

hoher Luftfeuchte hatten sich weit über die Hälfte der Puppen (10 Stück) aus der letzten Larvenhaut befreit.

Einen weit größeren Schutz gegen Austrocknung verschafft sich das Tier aber durch Herstellung einer Puppenwiege in festem Material. Dazu folgender Versuch:

Im Thermostaten wurden bei 30° C 20 in der Puppenwiege (Kork) befindliche und 25 freiliegende Puppen einer großen Trockenheit (5 % relative Luftfeuchte) ausgesetzt. Beim Auszählen der geschlüpften Imagines wurde festgestellt, daß von den freiliegenden Puppen 12 % nicht ausschlüpften, während der Imaginalschlupf der durch die Puppenwiege geschützten Puppen 100 %ig war.

Die Puppenwiege bietet daneben weiteren Schutz gegen allerlei Gefahren. Wie unten auszuführen sein wird, ist die freiliegende Puppe gegenüber den eigenen Artgenossen (besonders gegen die Larven) völlig wehrlos. Die Puppenwiege hat also hier die Aufgabe, den Zutritt nahrungsuchender Insekten zu verwehren.

Abb. 20. Puppe von *Dermestes vulpinus*, in der letzten Larvenhaut ruhend

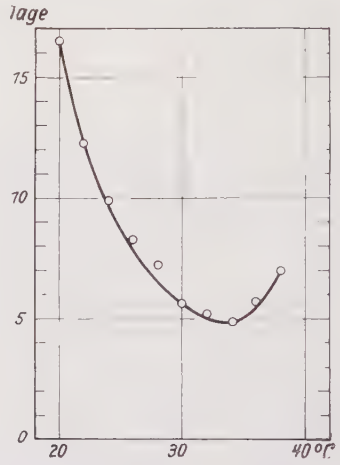


Abb. 21. Dauer der Puppenruhe in Abhängigkeit von der Temperatur

Die Dauer der Puppenruhe schwankt mit der Temperatur (Fig. 21). Im Abstand von je 2° C wurden die Puppen verschiedenen Temperaturstufen von 20° C aufwärts ausgesetzt (relative Luftfeuchte 50—60 %). Die Kurve zeigt eine große Übereinstimmung mit der Kurve in Fig. 12, welche die Temperaturabhängigkeit der Embryonalentwicklung wiedergibt. Die Dauer der Puppenruhe wird mit steigender Temperatur abgekürzt. Am Wendepunkt (bei 34° C) nimmt sie mit weiter steigender Temperatur zu. Merkwürdig ist, daß bereits bei 38° C der Endpunkt der Kurve erreicht wird, obwohl die Puppen unter den gleichen Bedingungen wie die Eier geprüft wurden. Die Puppen reagieren also auf hohe Temperaturen empfindlicher als die Eier (Die Kurve der Embryonalentwicklung endete erst bei 40° C). Auch beim Puppenversuch war die Sterblichkeit bei 38° C sehr hoch und es kamen hier nur einige Exemplare zum Imaginalschlupf.

Während der Puppenruhe wird das Puppengewicht reduziert. Fünf Puppen, die während ihrer Entwicklung bei 24° C täglich gewogen wurden, hatten 4 bis 8 % ihres Anfangsgewichtes verloren.

3. Imago

Größe und Geschlechtsverhältnis

Die Körpermaße des Dornspeckkäfers können durch mancherlei Einflüsse recht unterschiedlich sein. Schlechte Ernährung der Larve kann Kümmerformen der Imago hervorrufen. So traten bei Fütterung von feuchtem Schweinedarm und damit verbundener längerer Entwicklungsdauer Kümmerformen der Imagines auf. Bei Hungerversuchen kann man dasselbe beobachten. „Mit der Verlangsamung der Entwicklungsdauer läuft Zwergwuchs parallel" (Kreyenberg 1928).

Auch die Temperatur spielt eine wichtige Rolle. Bei hohen Wärmegraden (über 30° C), die ebenfalls eine Verlängerung der Entwicklungsdauer verursachen, treten viele Kümmerformen auf.

Ein grundlegender Unterschied besteht zwischen den Geschlechtern, und zwar ist das Weibchen im allgemeinen etwa 6 % länger und 9 % breiter als das Männchen.

Neben kleinen Körperdimensionen kommen auch Tiere mit überdurchschnittlichen Maßen vor.

Zur Festlegung eines Mittelwertes wurden 50 Männchen und 50 Weibchen gemessen, wobei die Körperlänge von der Frons bis zur Nahtspitze der Elytren und die Körperbreite in Höhe der Elytrenansätze gemessen wurde. Die Tiere waren aus dem großen Zuchtbehälter wahllos entnommen worden.

Die Meßergebnisse waren folgende:

Länge: Männchen 7,2 mm, Weibchen 7,7 mm im Mittel
Breite: Männchen 3,0 mm, Weibchen 3,3 mm im Mittel.

Abweichungen, durch oben genannte Faktoren verursacht, können erheblich sein. Z. B. wurde ein Riesen-Männchen mit folgenden Maßen gefunden: Länge 8,2 mm, Breite 3,5 mm. Demgegenüber wurde ein sehr kleines Tier mit einer Länge von 5,4 mm und einer Breite von 2,6 mm gemessen. Sein Längen-Breiten-Verhältnis war also knapp 2 : 1. Sonst ist das Verhältnis Länge — Breite bei Männchen und Weibchen etwa 2,4 : 1.

Bei den Weibchen fanden sich folgende Abweichungen:

großes Exemplar: Länge 9,7 mm, Breite 4,0 mm
kleines Exemplar: Länge 6,0 mm, Breite 2,5 mm.

In der Literatur finden wir die Körpergröße (Länge) von *Dermestes vulpinus* F. mit 5,5—10 mm angegeben (Reitter 1911). Der relativ große Spielraum dieser Angabe hat nach dem Festgestellten durchaus seine Berechtigung.

Zur Bestimmung des Geschlechtsverhältnisses wurden zwei Wege eingeschlagen.

Einmal wurde aus dem Großzuchtbehälter durch wöchentliches Herausnehmen der toten Imagines während drei Monaten insgesamt 925 Tiere gesammelt. Die Käfer wurden sodann nach Geschlechtern getrennt. Bekanntlich unterscheiden sich die Männchen mehrerer *Dermestes*-Arten von den Weibchen durch den Besitz eines Haarbüschels in einer nackten, runden Grube auf dem zweitletzten Hinterleibsring. Dieses Haarbüschel wurde bei *Dermestes Frischii* Kgl. von Dobkiewicz (1928) als „Duftdrüse" bezeichnet.

Die Auszählung ergab 457 Männchen und 468 Weibchen. Daß die Weibchen dabei um wenige Tiere überwiegen, hat bei der Menge der geprüften Exemplare keine Bedeutung. Es scheinen sich also ebensoviel Männchen wie Weibchen zu entwickeln.

Die andere Methode beruhte darauf, das Geschlechtsverhältnis in einem Eigelege zu ermitteln. 10 Eigelege wurden geprüft. Sie sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6
Ermittlung des Geschlechtsverhältnisses bei *Dermestes vulpinus* aus 10 Eigelegen

Eigelege Nr.	Eizahl	Datum der Ablage	Imagines	Männchen	Weibchen	Lebens-erwartung
1	8	4. 3.	13.—17. 4.	4	3	87,5 %
2	19	5. 3.	13.—16. 4.	8	6	73,7 %
3	12	5. 3.	13.—15. 4.	7	4	91,6 %
4	14	6. 3.	13.—17. 4.	7	5	85,7 %
5	7	22. 3.	5.— 9. 5.	3	4	100 %
6	15	24. 3.	7.—17. 5.	5	5	66,6 %
7	11	27. 3.	17.—19. 5.	4	5	81,8 %
8	16	9. 4.	26.—30. 5.	5	6	68,8 %
9	4	16. 4.	8.—15. 6.	—	3	75,0 %
10	12	19. 4.	1.—15. 6.	7	5	100 %
Eisumme	118			50	46	

Das größte Gelege umfaßt 19 Eier, das kleinste 4 Eier. Die geschlüpften Junglarven wurden in größeren Schalen bei einer Temperatur von 26° C und einer relativen Luftfeuchte von 60—70 % herangezogen und mit Schweinsblase versorgt. Neben dem Datum der Eiablage ist der Imaginalschlupf (Streuung) und die Lebenserwartung eingetragen. Unter der Spalte „Lebenserwartung" ist der Prozentsatz der zur Imago entwickelten Tiere vermerkt. Er stellt gleichzeitig ein Maß für die Sterblichkeit der Larven bei den angegebenen Bedingungen dar. Larven, die vorzeitig abstarben, waren meistens solche im ersten bis dritten Stadium. Nach der dritten Larvenhäutung (viertes Stadium) war die Sterblichkeit praktisch gleich Null. Puppen starben nicht ab.

Nach dem Imaginalschlupf konnte das Verhältniss Männchen/Weibchen ermittelt werden. Von den geprüften Eiern (118) entwickelten sich 96 bis zur Imago. Das sind etwa 81 %. 50 Imagines waren Männchen, 46 waren Weibchen. Demnach könnten die Männchen eine etwas größere Lebenserwartung haben als die Weibchen. Dies widerspräche aber der ersten Untersuchung, nach der die zahlenmäßige Stärke beider Geschlechter etwa gleich ist und zudem mehr Weibchen als Männchen gezählt wurden. Die geringe Abweichung hat vermutlich auch hier keine Bedeutung. Somit kann das Geschlechtsverhältnis bei *Dermestes vulpinus* mit 1 : 1 bezeichnet werden.

Begattung

Die Paarung der Dornspeckkäfer war bei den Tieren, die im Zuchtraum bei durchschnittlich 22—24° C gehalten wurden, das ganze Jahr über zu beobachten. Nach KREYENBERG beginnt die Kopulationszeit Ende April und dauert zwei Monate. Bei paarweiser Haltung reagieren die Tiere nach DOBKIEWICZ (1928) auf jede unerwartete Störung durch Kopulation.

Meist findet die Kopula im Halbdunkel statt. Zur Beobachtung wurde jeweils nur ein Pärchen zusammengesetzt. Die Kopulationsstellung ist die bei Käfern übliche. Das in der Regel kleinere Männchen sitzt dabei schräg

nach links etwas herunterhängend (von oben betrachtet) auf dem Rücken des Weibchens. Es benutzt die Endklauen der rechten Beine zum Einhaken in den rechten Außenrand der Elytren des Weibchens.

Begegnen sich die Partner, so kann es sofort zur Paarung kommen. Mehrmals wurden auch paarungsunwillige Tiere (zumeist Weibchen) angetroffen. Eingeleitet wird die Kopulation durch ein Betasten des weiblichen Abdomens durch die Fühler des Männchens. Dies kann sich mehrmals wiederholen, wobei es nicht selten zu einem „Nachlaufen" der beiden Tiere kommt. Ist das Weibchen paarungswillig, so bleibt es entweder sofort oder nach kurzem Weiterlaufen stehen. Das Männchen klettert sodann rückwärts auf das Weibchen, dabei heftig das Halsschild desselben mit den Fühlern betrillernd. Dann erscheint der Penis und tastet sich zur Vagina des Weibchens hin. Die seitlichen Parameren werden dabei weit auseinandergeklappt. Ein mehrmaliges Einführen des Penis in die Vagina wurde, besonders am Anfang der Paarung, oft beobachtet. Sodann bleiben die Tiere ruhig sitzen. Dieses ruhige Verharren wurde bei 20 Pärchen abgestoppt. In der Mehrzahl der Fälle sind etwa 3,5 min gemessen worden. Werden die Tiere gestört, so beginnt das Weibchen gewöhnlich fortzulaufen, während das Männchen seinen Platz auf dem Rücken des Weibchens beibehält. Nach der Kopula trennen sich die Tiere sofort wieder.

Eiablage

Kreyenberg fand in seiner Arbeit (1928), daß die Zahl der Eier eines Weibchens bei *Dermestes vulpinus* F. um das achtfache größer ist als bei *Dermestes lardarius* L. Seine Angaben über die Gesamteiablage des Dornspeckkäfers stützen sich nur auf drei Zuchtweibchen. Er erhielt folgende Gesamteizahlen: 845, 648 und 198. Eizahlen wie 845 und 648 konnte ich nur bei einem Weibchen, das mit frisch getöteten *Tenebrio*-Larven gefüttert wurde, beobachten. Es legte 696 Eier. Leider ist nicht angegeben, womit Kreyenberg seine Käfer gefüttert hat. Was die Temperatur anbetrifft, so arbeitete Kreyenberg unter natürlichen Verhältnissen (mittlere Monatstemperaturen von Juli bis September, ca 22° C).

Ich hielt die Versuchstiere unter folgenden Bedingungen: Temperatur 27,4° C, relative Luftfeuchte 60—70 %, Futter: Schweinsblase, Haltung: paarweise in Petrischalen. Zur Beobachtung kamen 24 Pärchen. Bei täglicher Kontrolle wurden die Eier entnommen und, wenn nötig, das Futter erneuert.

Die Weibchen legten durchschnittlich 300 bis 400 Eier. Da ich das genaue Alter der Weibchen kannte, konnte ich auch die Dauer der Praeoviposition sperio de, also die Zeit bis zur ersten Eiablage, ermitteln. Bei der gewählten Versuchstemperatur betrug sie durchschnittlich 7—8 Tage. Die Eiablageperiode (Oviposition sperio de) dauerte rund 90 Tage. Kreyenberg gibt eine Eiablageperiode „von Mitte Juli bis Mitte September" an. Die Versuchswerte sind in Tabelle 7 angegeben.

Wie ist nun die Gesamteiablage der Weibchen auf ihre Lebensdauer verteilt?

Das einzelne Zuchtweibchen hat keinen bestimmten Ablagerhythmus, d. h. die tägliche Eiproduktion ist sehr verschieden. Hohe und niedrige Eizahlen wechseln ständig. Daneben ist die Gesamt-Eiproduktion (auf die Lebensdauer bezogen) ebenfalls unterschiedlich. Die meisten Eier legt das Weibchen im ersten Drittel seines Lebens. Dann läßt die Eiproduktion rasch nach.

Tabelle 7

Lebensdauer und Eiablage von 24 *Dermestes vulpinus*-Pärchen. (Lebensdauer, Oviposition sperio de und Praeovipositionsperiode in Tagen)

Nr.	Lebensdauer Männchen	Lebensdauer Weibchen	Gesamteizahl	Ovipositionsperiode	Praeovipositionsperiode
1	107	99	493	78	13
2	30	142	419	78	7
3	98	138	350	99	10
4	74	89	277	76	6
5	66	137	469	105	7
6	113	122	508	92	11
7	68	129	375	105	8
8	104	108	342	74	6
9	112	132	224	104	8
10	137	131	68	97	6
11	74	125	364	101	8
12	83	88	269	76	6
13	125	137	604	113	6
14	108	148	326	117	5
15	142	126	251	118	9
16	90	65	170	50	13
17	82	150	377	110	10
18	77	94	443	81	6
19	111	132	381	119	4
20	117	128	174	106	4
21	96	113	327	82	12
22	80	117	266	88	6
23	68	96	121	64	6
24	68	123	210	95	5

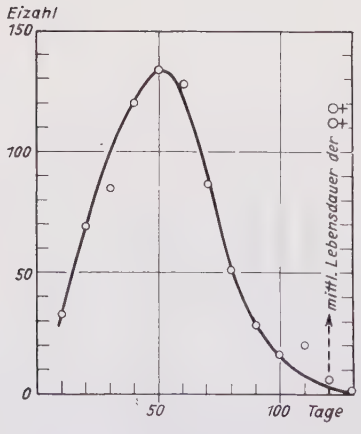


Abb. 22. Mittlere Eiablage von 24 *Dermestes vulpinus*-Weibchen auf die Lebensdauer bezogen

Die Kurve in Fig. 22 zeigt eine summarische Darstellung der Untersuchung. Aus den 24 Einzelversuchen wurde die dargestellte Kurve ermittelt. Die einzelnen Punkte errechnete ich aus der durchschnittlichen Eisumme von je 10 Tagen. Die mittlere Lebensdauer der Weibchen (etwa 120 Tage) ist ebenfalls vermerkt.

In welcher Weise die Eiproduktion der Weibchen durch verschiedenes Futter beeinflußt wird, zeigen folgende Versuche:

Insgesamt sieben Futtersubstanzen wurden geprüft. Jeweils 10 Weibchen wurden mit einer Futterart ernährt. Außer der Gesamteiproduktion eines Weibchens konnte auch die Verteilung der Eiablage während des gesamten Lebens durch tägliche Kontrolle registriert werden.

Frisch getötete *Tenebrio*-Larven und -Puppen sowie getrocknete Schweinsblase hatten einen günstigen Einfluß auf die Eiablage. Die Mittelwerte unterscheiden sich nur geringfügig. Bei getrocknetem Rindfleisch als Futter wurde eine schlechtere Eiproduktion im Mittel erzielt. Frisch getötete Fliegenmaden und getrockneter Schweinedarm ergaben die kleinsten Mittelwerte. Bei Koprafütterung konnte keine Eiablage beobachtet werden.

In Fig. 23 ist die Verteilung der Gesamteiablage auf die Lebensdauer der Weibchen dargestellt. Die Abszisse gibt die Zeit in Tagen an, während die Ordinate die durchschnittliche Eizahl pro Tag wiedergibt. Der Übersicht-

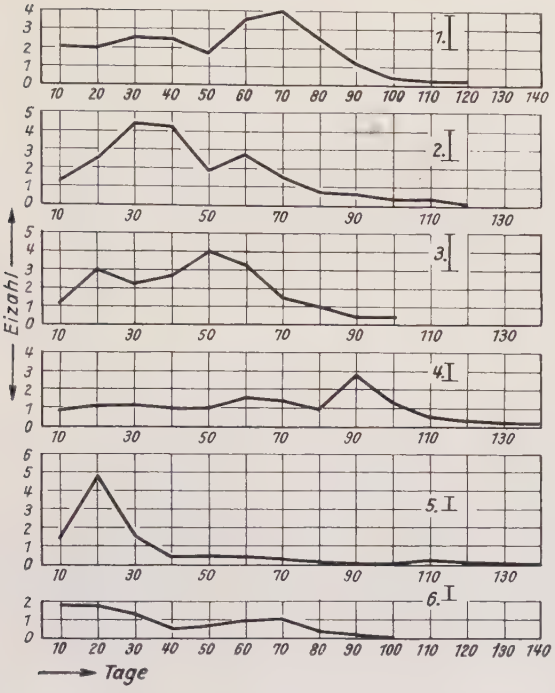


Abb. 23. Einfluß von 6 verschiedenen Futterarten auf die Eiablage der Imagines, 1 = *Tenebrio*-Larve, frisch getötet, 2 = *Tenebrio*-Puppe, frisch getötet, 3 = Schweinsblase, getrocknet, 4 = Rindfleisch, getrocknet, 5 = Fliegenmaden, frisch getötet, 6 = Schweinedarm, getrocknet

lichkeit wegen sind jeweils 10 Tage zusammengefaßt und der Mittelwert der Eiablage daraus angegeben. Für jede Versuchsreihe ist eine Kurve dargestellt, die als Mittelwert aus den 10 Einzelkurven genommen wurde. Neben der jeweiligen Nummer (1—6) ist die durchschnittliche Höhe der Kurve als aufrechte Linie dargestellt. Man sieht sofort die Übereinstimmung der drei ersten Kurven, welche eine große Mächtigkeit aufweisen. Nr. 4 (getrocknetes Rindfleisch) ergibt im Vergleich dazu eine recht niedrige Kurve. Interessant ist, daß die Kurvenspitze, welche die höchste Eiablage pro Tag darstellt, erst im Alter von etwa 90 Tagen erreicht wird. Ganz anders ist das Kurvenbild bei Nr. 5 (frisch getötete Fliegenmaden). Hier werden die Weibchen offenbar sofort zu einer heftigen Eiablage angeregt. Aber schon nach etwa 30 Tagen sinkt die Kurve ab und läuft dann mit ganz niedrigen Werten sehr lange aus. Bei getrocknetem Schweinedarm (Nr. 6) haben wir einen flachen, langsam abnehmenden Kurvenzug ohne hervorstehende Spitzen.

Nach Kreyenbergs Beobachtungen sucht das Weibchen zur Eiablage einen dunklen Ort auf. Es soll sich kurz vor der Ablage vor dem Erscheinen der Legeröhre ein paarmal um sich selbst drehen.

Die Weibchen des Dornspeckkäfers sind bestrebt, ihre Eier bei der Ablage zu verstecken. In großer Zahl wurden Eier zwischen gefaltetem Papier, in den Poren von Kork, unter den Rundfiltern der Zuchtschalen und unter den absichtlich hineingelegten mikroskopischen Deckgläsern gefunden. Die Deckgläser ließen ein näheres Studium der Gelegeformen zu. Die Eier werden vom Rande her zwischen die Glasfläche und das darunterliegende Papier geschoben, so daß sie in eine Ebene zu liegen kommen.

Man kann drei Gelegeformen unterscheiden:

1. halbkreisförmige Gelege
2. reihenförmige Gelege
3. unregelmäßige Gelege.

Die halbkreisförmigen Gelege können entweder in einem Radius (Fig. 24) oder in zwei Radien (Fig. 25) angeordnet sein.

Die Anordnung der reihenförmigen Gelege kann in einer Reihe (Fig. 26) oder in zwei Reihen (Fig. 27) erfolgen.

Abb. 24 (links oben). Halbkreisförmiges Eigelege mit einem Radius. Abb. 25 (rechts oben). Halbkreisförmiges Eigelege mit zwei Radien. Abb. 26 (unten links). Reihenförmiges Eigelege (Anordnung in einer Reihe). Abb. 27 (rechts unten). Reihenförmiges Eigelege (Anordnung in zwei Reihen)

Über die Häufigkeit der einzelnen Gelegeformen wurde folgendes ermittelt:

Von 30 näher untersuchten Gelegen waren 17 (57 %), also mehr als die Hälfte, halbkreisförmig, 7 Eigelege (23 %) wiesen eine Reihenform auf, während die übrigen 6 Eigelege (20 %) unregelmäßig waren.

Die Zahl der Eier, die in einem Gelege vereinigt sind, kann sehr verschieden sein. Es gibt Gelege mit drei und solche mit dreißig Eiern. Meistens jedoch sind etwa 10—15 Eier an einem Gelege beteiligt. KREYENBERG gibt für ein Gelege 6—8 Eier an.

Mehrmals konnte beobachtet werden, daß die Weibchen feuchte Plätze zur Eiablage bevorzugen. So wurde ein Gelege, das zwischen einem Streifen angefeuchteten Filtrierpapiers und Schalenboden gebracht war, beobachtet. Der Kopfpol der Eier war dem Papierrand zugewandt. Die unter den Deckgläsern abgelegten Eier wiesen stets dieselbe Lage auf (Kopfpol zum Deckglasrand gerichtet). Siehe dazu Fig. 28. Daraus kann man schließen, daß die Anordnung der Eier in der Legeröhre des Weibchens so ist, daß die Eier bei der Ablage mit dem hinteren Pol zuerst erscheinen.

Die Eier, welche ein Gelege zusammensetzen, zeigen eine Übereinstimmung in Form und Größe. Die Längen- und Breitendifferenz der Eier desselben Geleges sind äußerst gering.

Abschließend soll die Eiablage der unbefruchteten Weibchen beschrieben werden. Oben wurde bereits über unbefruchtete Eier berichtet. Diese waren von 10 Weibchen, die absichtlich unbefruchtet blieben, gewonnen worden. Die Weibchen wurden unter den gleichen Bedingungen wie die

24 Pärchen gehalten (Temperatur 27,4° C, relative Luftfeuchte 60 bis 70 %, Futter: Schweinsblase). In Tabelle 8 sind die untersuchten Weibchen einzeln aufgeführt. Neben der Lebensdauer ist die Gesamteizahl, Ovipositionsperiode und Praeovipositionsperiode angegeben. Ein Vergleich mit Tabelle 7 zeigt, daß unbefruchtete Weibchen kürzer leben als befruchtete. Die Gesamteizahl steht im Durchschnitt weit hinter derjenigen befruchteter Weibchen zurück (rund 1/10). Entsprechend der verkürzten Lebensdauer ist auch die Ovipositionsperiode reduziert. Die Praeovipositionsperiode ist dagegen unverändert.

Abb. 28. Eigelege unter dem Deckglas. Der Kopfpol der Eier ist zum Deckglasrand gerichtet

Tabelle 8

Lebensdauer und Eiablage von 10 unbefruchteten *Dermestes vulpinus*-Weibchen (Lebensdauer, Ovipositionsperiode und Praeovipositionsperiode in Tagen)

Nr.	Lebensdauer	Gesamteizahl	Ovipositionsperiode	Praeovipositionsperiode
1	59	0	—	—
2	96	42	88	5
3	94	43	81	6
4	91	6	4	7
5	86	81	71	5
6	87	115	68	5
7	97	31	69	9
8	90	6	27	15
9	90	4	35	15
10	40	0	—	—

Vergleichend seien die Mittelwerte aus Tabelle 7 und 8 angegeben:

	Lebensdauer	Gesamteizahl	Ovipos.-Periode	Praeoviops.-Periode
Befruchtete Weibchen:	120 Tage	325	93 Tage	8 Tage
Unbefruchtete Weibchen:	83 Tage	33	55 Tage	8 Tage

Über die Art, in der unbefruchtete Weibchen ihre Eier ablegen, wurde ebenfalls schon berichtet.

Lebensdauer

Die Lebensdauer der Imagines kann recht unterschiedlich sein, wobei mehrere Faktoren verschieden beeinflussend wirken.

Bei Züchtung der Tiere unter normalen Bedingungen erreichen die Männchen ein Durchschnittsalter von 93 Tagen, die Weibchen erreichen 120 Tage im Mittel (Vgl. Tabelle 7).

Über die Lebensdauer im Zusammenhang mit der Geschlechtsbetätigung der Tiere wurde folgendes ermittelt:

Die Männchen leben ohne Geschlechtsbetätigung länger. Oben wurde die Lebensdauer der Männchen, die zusammen mit je einem Weibchen gehalten wurden, mit 93 Tagen angegeben. Männchen, die dagegen separat gehalten wurden, lebten durchschnittlich 116 Tage (Mittelwert von 10 Tieren). Bei den Weibchen liegen die Zahlen umgekehrt. Hier leben die befruchteten Weibchen länger als die unbefruchteten.

Nahrungsentzug bewirkt eine erhebliche Verkürzung der Lebensdauer. Es interessiert die Frage, wie lange die Tiere ohne Futter auskommen. Es wurden 10 Männchen und 10 Weibchen untersucht. Die unmittelbar nach dem Schlüpfen in Einzelhaft verbrachten Käfer erhielten keinerlei Nahrung; sie lebten bei 27,0° C und 65 % relativer Luftfeuchte. Trotzdem keine Nahrung gegeben wurde, setzten die Käfer Kot ab, die Männchen nach drei bis vier Tagen, die Weibchen nach rund fünf Tagen. Die Männchen konnten im Mittel 25 Tage ohne Futter auskommen, die Weibchen gingen nach rund 27 Tagen ein. Letztere können also etwas länger hungern.

Das Verhalten der Käfer während der Hungerzeit unterscheidet sich nicht von dem normal gefütterter Tiere. Etwa 4—5 Tage vor dem Absterben macht sich jedoch ein „Stelzgang" bemerkbar, d. h. der Lauf wird dabei hochbeinig und äußerst langsam. Kommt ein Käfer in diesem Stadium in die Rückenlage, so kann er sich allein nicht wieder aufrichten.

Bei niederer Temperatur vermag der Dornspeckkäfer länger zu hungern. Er kann als Imago überwintern, wobei er geschützt liegende Stellen aufsucht; meistens alte Larvengänge und Puppenwiegen.

4. Ernährung

Nahrung und Nahrungsmenge

Zur Klärung der Ernährungsbiologie des Dornspeckkäfers sind zwei Grundfragen wichtig:

a) welche Nahrung wird angegangen?
b) wieviel Nahrung wird verzehrt?

Diese Fragen stehen im engsten Zusammenhang mit der Frage des Biotopes. Wie bereits geschildert, lebt der Dornspeckkäfer hauptsächlich als Vorrats- und Materialschädling an Orten, an denen entweder Tiere verarbeitet (Schlachthöfe, Abdeckereien) oder in Gebäuden, in denen Tierprodukte (Knochen, Därme, Häute, Felle und dgl.) gelagert werden. Insbesondere üben trockene oder trocknende Rohhäute eine starke Anziehungskraft aus.

Verschiedene Ernährung ruft auch abgeänderte Lebensäußerungen hervor. So werden die Körpermaße, die Eiablage und die Anzahl der Häutungen verschieden beeinflußt.

a) Die Nahrung

In Massenzuchten verwendete ich neben Tierkadavern Därme und Tierblasen als Futter. Es werden aber auch noch andere Nahrungsstoffe angenommen. Von diesen soll im folgenden die Rede sein.

Speckkäfer zählen häufig zur Nidicolenfauna. Sie leben dort vom Nistmaterial, Excrementen und Federn der eigentlichen Nestbewohner. Eine durch Speckkäferfraß beschädigte Hühnerfeder zeigt Fig. 29. Man vergesse

dabei nicht, daß insbesondere die Speckkäferlarven auch den Vögeln selbst (besonders den Jungvögeln) schaden können. Eingebrachte oder aktiv zugewanderte Insekten, die später verenden, werden als willkommenes Futter angenommen.

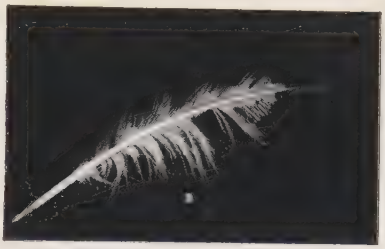


Abb. 29. Durch Dornspeckkäferfraß beschädigte Hühnerfeder

Lebende Insekten werden sicher nur selten angegriffen. Es spielt hierbei die Beweglichkeit der in Betracht kommenden Tiere die ausschlaggebende Rolle. Insbesondere dürfen bewegliche Käfer und Larven vor Fraß sicher sein. Inaktive Larven und Puppen werden dagegen angegangen (ZACHER 1940).

So hatten z. B. *Dermestes*-Larven (3. Stadium) eine *Tenebrio*-Puppe ausgefressen. Auch konnte ich in den Zuchten häufig durch Fraß beschädigte *Dermestes*-Puppen beobachten. Käfer werden dagegen erst nach dem Tode angegangen. Nach meinen Beobachtungen werden dabei zuerst die Fühlerkeulen abgenagt. Sodann wird das Abdomen des toten Käfers angefressen, später dann die anderen Körperteile. Je nach dem Hunger und der Anzahl der Speckkäferlarven geht dies mehr oder weniger schnell vor sich. Übrig bleiben z. T. die Elytren, Alae, Thorakalring, Kopfkapsel, z. T. die Abdominalsegmente und die Beine; d. h. der Chitinpanzer wird im großen und ganzen übriggelassen.

An dieser Stelle seien noch einige Versuche eingefügt, welche die kannibaliche Lebensweise des Dornspeckkäfers näher beleuchten. KREYENBERG (1928) berichtet, daß bei unterernährten Larven des öfteren Kannibalismus beobachtet wurde. „Außerdem verzehren die Larven bei Nahrungsmangel ihre eigenen Exuvien".

Um die Tiere zum Kannibalismus zu veranlassen, ließ ich in sieben Versuchen mit verschiedenen Entwicklungsstadien eine Anzahl Tiere hungern.

Versuch 1. Zehn große Larven (5. Stadium) auf Hunger gesetzt. — Nach sechs Tagen waren schon zwei Larven ausgefressen. Nach 13 Tagen fehlten bereits sechs Larven und nach 21 Tagen war schließlich noch eine Larve übrig.

Versuch 2. Fünf große Larven (5. Stadium) mit fünf kleinen Larven (3. Stadium) auf Hunger gesetzt. — Nach zehn Tagen fehlten die fünf kleinen Larven. Die übrigen fünf großen Larven fraßen sich sodann gegenseitig innerhalb weiterer zehn Tage bis auf zwei Exemplare auf.

Versuch 3. Zehn Imagines (fünf Männchen und fünf Weibchen) auf Hunger gesetzt. — Nach 17 Tagen waren alle Imagines verhungert, ohne daß Kannibalismus beobachtet wurde.

Versuch 4. Fünf große Larven (5. Stadium) und fünf Imagines auf Hunger gesetzt. — Die Imagines wurden von den Larven erst nach deren Verenden angegangen. Nach neun Tagen war eine Imago und eine Larve ausgefressen. Nach 16 Tagen fehlten zwei weitere Larven. Die übrigen zwei Larven fraßen noch zwei tote Imagines auf.

Versuch 5. Fünf kleine Larven (3. Stadium) auf Hunger gesetzt und zwei Puppen dazugegeben. — Schon nach zwei Tagen war die eine Puppe, nach weiteren zwei Tagen auch die andere Puppe ausgefressen.

Versuch 6. Fünf große Larven (5. Stadium) auf Hunger gesetzt und 2 Puppen dazugegeben. — Nach zwei Tagen fehlte eine Puppe, nach sechs Tagen war die zweite Puppe und eine Larve ausgefressen.

Versuch 7. Fünf Imagines auf Hunger gesetzt und vier Puppen dazugegeben. — Die Puppen werden von den Imagines nicht angegriffen.

Fig. 30 demonstriert neben einem ausgefressenen Dornspeckkäfer eine Puppe und eine Larve, die ebenfalls durch die eigenen Artgenossen ausgefressen wurden.

Abb. 30. Durch *Dermestes vulpinus*-Larven ausgefressene Larve, Puppe und Imago

Zusammenfassung der Versuche

Ausschließlich lebt die Larve kannibalisch, sofern sie unter Nahrungsmangel leidet. Die älteren Stadien überwältigen die jüngeren. Imagines werden erst nach dem Absterben angegangen. Puppen werden gleicherweise von großen und kleinen Larven gefressen. Hungernde Imagines sind weder sich selbst noch den Puppen gegenüber gefährlich.

Abschließend möchte ich noch auf einige Beobachtungen eingehen, die während der Fütterungsversuche gesammelt wurden. Ältere Tönnchenpuppen der Stubenfliege und einiger Fleischfliegen werden durch die Speckkäfer nicht angegangen. Erst nachdem die Puppen durch Hineinstechen verletzt wurden, waren sie den Speckkäfern zugänglich (Fig. 31). Jüngere Tönnchenpuppen, die noch nicht ausgefärbt waren, fielen den Speckkäfern schnell zum Opfer.

Analoges konnte ich bei Darreichung von Eikokons verschiedener Schabenarten beobachten. So wurden die relativ harten Kokons der orientalischen und amerikanischen Schabe (*Blatta orientalis* L. bzw. *Periplaneta americana* L.) erst nach absichtlicher Verletzung ausgefressen. Dagegen verzehrten die Speckkäfer die viel weicheren Kokons der deutschen Schabe (*Phyllodromia germanica* L.) in unverletztem Zustand (Fig. 31).

Abb. 31. Durch Larven des Dornspeckkäfers ausgefressene Tönnchenpuppen von Fleischfliegen und Eikokons der deutschen Schabe

Ein angesprungenes Taubenei, abends zuvor in den großen Zuchtbehälter gelegt, wurde am nächsten Morgen völlig leergefressen vorgefunden.

Auch eine vegetabilische Ernährung der *Dermestes*-Larven (jedoch nur zusätzlich) ist nach KREYENBERG (1928) möglich.

Bei den von mir angelegten Auswahlversuchen wurde als „*Dermestes*-nahrung" nur solches Futter anerkannt, das eine Entwicklung vom 1. Larvenstadium bis zur Imago gewährleistete. Hierher gehören folgende Stoffe:

frisch getötete Insektenpuppen und -larven
getrocknete Insektenpuppen und -larven
frisch getötete Imagines
Schweine-, Kalbs- und Rinderblasen
Schweine-, Kalbs- und Rinderdärme
Fischblasen.

Es kommen durch diese Einteilung eine ganze Reihe weiterer Stoffe in Wegfall, welche die Eilarve nicht zu ernähren vermögen. Erst ältere Larvenstadien können solche Nahrungsstoffe angehen, z. B. getrocknetes Schildrötenfleisch, getrocknetes Rindfleisch und frische Kopra. ZACHER (1940) berichtet, daß die Larven des Dornspeckkäfers an gesunder Kopra fressen können, „im Gegensatz zu mehreren anderen Insekten, die nur alte und schimmelige Kopra angreifen. Jedoch ist ihre *(Dermestes vulpinus)* Sterblichkeit sehr groß, wenn sie keine andere Nahrung haben".

Bei ausschließlicher Fütterung mit Kopra konnte ich ein Hellerwerden der Larven beobachten. Dies beruht auf der mangelhaften Pigmentierung des Chitinpanzers, so daß der darunterliegende helle Fettkörper durchscheint.

b) Die Nahrungsmenge

Hier interessiert vor allem die Frage, in welchem Verhältnis die aufgenommene Nahrungsmenge zum Entwicklungszustand der Tiere steht.

Als Futter eignete sich in allen Versuchen getrocknete Schweinsblase. Dafür sind zwei Gründe maßgebend; zunächst ist getrocknete Schweinsblase als *Dermestes*nahrung geeignet, unter sonst günstigen Bedingungen (Temperatur und relative Luftfeuchte), Larve und Imago ohne sonstige Zusätze vollständig zu ernähren. Zweitens verlaufen quantitative Untersuchungen mit diesem Futter praktisch ohne größere Fehler. Wägungen, die bei Kontrollstücken durchgeführt wurden, zeigten nur geringe Abweichungen. Feuchtes Futter (etwa frisch getötete Insektenlarven) hätten wegen des unvermeidlichen Wasserverlustes leicht zu Fehlresultaten führen können. Sämtliche Versuche liefen bei 26° C.

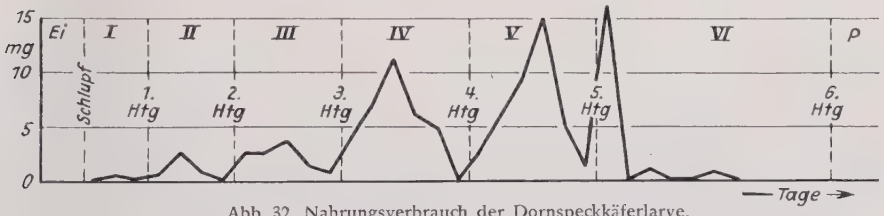


Abb. 32. Nahrungsverbrauch der Dornspeckkäferlarve.
(I, II . . = Larvenstadien, P = Puppe; Abszisse = Zeit in Tagen, Ordinate = Gewicht in mg)

Was zunächst die Frage nach der verbrauchten Nahrungsmenge in den einzelnen Larvenstadien angeht, so sei auf Fig. 32 verwiesen. Hier wird an Hand von einem Beispiel (aus einem Versuch mit 10 Tieren) der Nahrungsverbrauch der Larve während der einzelnen Larvenstadien gezeigt. Der mit dem Alter des Tieres wachsende Nahrungsbedarf ist sofort zu sehen. Weiter fällt auf, daß der Nahrungsverbrauch vor jeder Häutung (Htg) praktisch auf Null abfällt. Im Praepupalstadium stellt die Larve vier bis sieben Tage vor der letzten Häutung das Fressen ein.

In Fig. 33 sind die aus den 10 Einzelwerten ermittelten Mengen für jedes Larvenstadium angegeben.

Über den Nahrungsverbrauch der Imagines wurden je 10 Männchen und Weibchen untersucht. Die Frage, wie sich die Menge der aufgenommenen Nahrung über die imaginale Lebensdauer verteilt, ist nur schwer

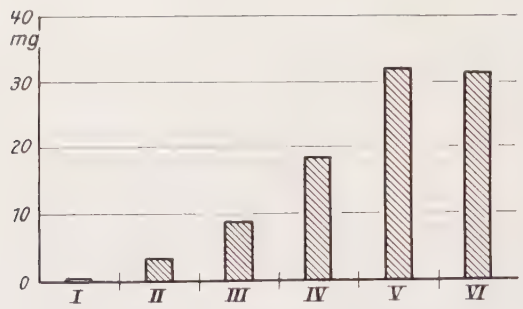


Abb. 33 (oben). Nahrungsverbrauch der Dornspeckkäferlarve (I—VI = Larvenstadien)

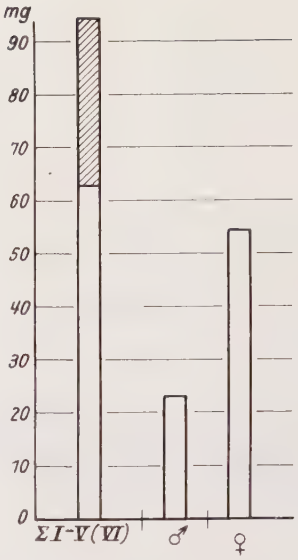


Abb. 34 (rechts). Nahrungsverbrauch des Dornspeckkäfers. (Summe I—V, VI = Nahrungsmenge, welche die Larve während ihrer Entwicklung, 5 oder 6 Stadien, aufnimmt)

zu beantworten. Der tägliche Nahrungsverbrauch ist oft sehr unterschiedlich. Sechs bis acht Tage vor dem Absterben nehmen die Tiere gewöhnlich keine Nahrung mehr auf. Doch gibt es auch hier Ausnahmen, d. h. manche Imagines nehmen noch kurz vor dem Verenden Nahrung zu sich.

Die nach Geschlechtern getrennten Imagines lieferten im Gesamtergebnis gute Resultate. Danach fressen die eierlegenden Weibchen im Durchschnitt mehr als das Zweifache, was die Männchen an Nahrung aufnehmen. Allerdings weisen die Weibchen im Mittel eine längere Lebensdauer als die Männchen auf (die Tiere wurden täglich zur Kopula kurze Zeit zusammengesetzt). Daß trotzdem die Eiproduktion der Weibchen für den größeren Nahrungsbedarf den Ausschlag gibt, konnte leicht dadurch festgestellt werden, daß ein Weibchen im gleichen Zeitraum mehr Nahrung aufnimmt als ein Männchen. In Fig. 34 ist der mittlere Nahrungsverbrauch der Männchen und Weibchen graphisch wiedergegeben. Zum Vergleich ist auch die Summe der Nahrungsmenge, welche die Larve aufnimmt, verzeichnet. Daraus ist zu sehen, daß die Larve des Dornspeckkäfers mehr Nahrung aufnimmt als das adulte Tier.

5. Abhängigkeit der Häutungszahlen von äußeren Faktoren

Die Inkonstanz der Häutungszahlen wurde bei *Dermestes vulpinus* F. und *Dermestes lardarius* L. von KKREYENBERG (1928) auf ihre näheren Ursachen untersucht. Von den die Häutungszahl beeinflussenden Faktoren kann man innere und äußere Faktoren unterscheiden. Ein innerer Faktor ist z. B. das Geschlecht. Es wurde festgestellt, daß die Weibchen mehr Häutungen durchmachen als die Männchen. Von den äußeren Faktoren sind Temperatur, Feuchtigkeit und Ernährung zu nennen. Abgeänderte Feuchtigkeit hat keinen Einfluß auf die Zahl der Larvenhäutungen. Dagegen sind Temperatur und Ernährungsweise für die Anzahl der Larvenhäutungen wichtig. KREYENBERG beobachtete, daß bei heraufgesetzter Temperatur und sonst normalen Außenbedingungen Häutungsvermehrung eintritt. Was die Nahrung angeht, so wird berichtet, daß Nahrungsmangel die Häutungszahl nicht beeinflußt.

In den folgenden Versuchen wurden die beiden Faktoren Temperatur und Ernährung bezüglich ihres Einflusses auf die Häutungszahlen eingehend geprüft.

Temperatur

Der gesamte Entwicklungsablauf, der Embryonalentwicklung, Larvenstadien und Puppenruhe umfaßt, wurde in seiner Beziehung zur Temperatur untersucht.

Ich wählte folgende Temperaturbereiche: 24, 26, 28, 30, 32 und 34° C. In jedem Bereich gelangten 24 Tiere zur Untersuchung. Sie wurden als Eier angesetzt und bis zum Imaginalschlupf täglich kontrolliert. Jedes Individuum wurde in einer eigenen Petrischale gehalten, in der in der üblichen Weise für Feuchtigkeit gesorgt war. Durch die Einzelhaltung waren Verwechslungen beim späteren Registrieren der Häutungszahlen ausgeschlossen. Starb ein Tier vorzeitig (z. B. als Larve), so wurde für die betreffende Nummer ein neues Ei angesetzt, die bereits erhaltenen Werte als unvollständig ausgeschieden.

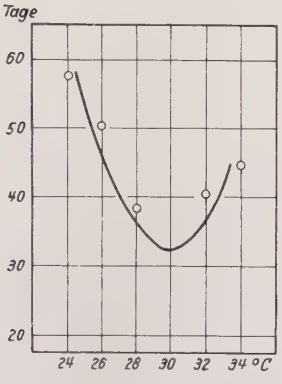


Abb. 35. Gesamtentwicklung (Ei—Imago) von *Dermestes vulpinus* in Abhängigkeit von der Temperatur)

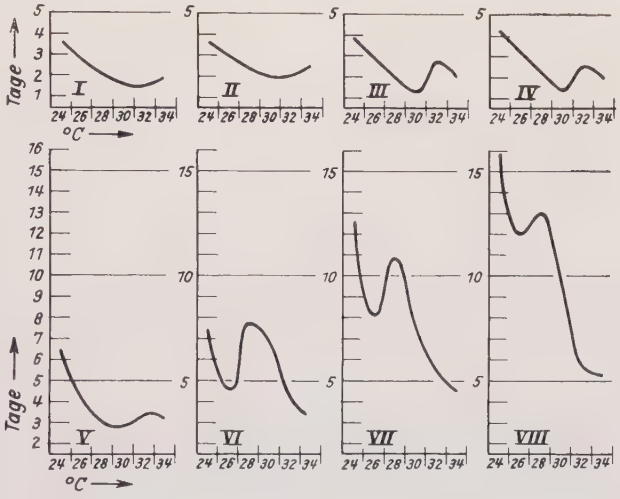


Abb. 36. Dauer der Larvenstadien von *Dermestes vulpinus* in Abhängigkeit von der Temperatur

Es sei zunächst auf Fig. 35 hingewiesen. Die Kurve gibt ein Bild der Gesamtentwicklung in Abhängigkeit von der Temperatur. Man vergleiche die Kurve mit denjenigen in Fig. 12 und 21. Die Übereinstimmung des Kurvenverlaufs rührt daher, daß das, was an obiger Stelle für die Embryonalentwicklung bzw. Puppenruhe festgestellt wurde, auch hier gilt. Mit steigender Temperatur nimmt die Entwicklungszeit ab. Bei bestimmter Wärme liegt ein Wendepunkt, die Entwicklungszeit nimmt wieder zu. Jetzt machen sich die hohen Temperaturen schädlich bemerkbar.

Bei 24° C dauert die Gesamtentwicklung etwa 58 Tage. Sie nimmt dann ab bis auf etwa 32 Tage bei 30° C um dann abermals anzusteigen.

Die einzelnen Larvenstadien haben ebenfalls je nach Temperatur unterschiedliche Dauer. Zeichnet man von jedem Larvenstadium eine Kurve: Ordinate = Zeit, Abszisse = Temperatur, so ergeben sich die Kurven der Fig. 36. Erstes und zweites Larvenstadium stimmen im Kurvenverlauf mit Fig. 35 überein. Alle übrigen Larvenstadien weichen dagegen insofern ab, daß nach dem üblichen Wendepunkt bei höherer Temperatur ein weiterer zu verzeichnen ist, der ein erneutes Absinken der Kurve bewirkt, d. h. die Dauer des Larvenstadiums ist bei höherer Temperatur im Mittel wieder

kürzer als bei niederer. Dies findet seine Erklärung darin, daß bei höherer Temperatur mehr Larvenstadien eingeschaltet werden und somit das Praepupalstadium, welches als längstes Larvenstadium gilt, eine höhere Ordnungszahl bekommt. Das bedeutet, die davorliegenden Stadien beanspruchen eine deutlich kürzere Zeit. Während z. B. unter 30° C niemals mehr als acht Larvenstadien gezählt wurden, konnten bei 32 und 34° C bis zu 12 Stadien beobachtet werden.

Ein Beispiel möge zur Erläuterung dienen. Bei 34° C häuteten sich von 24 Tieren 17 neunmal und 11 zehnmal. Dadurch konnte das achte Larvenstadium nur noch fünfmal und das siebente zweimal als Praepupalstadium fungieren. So ist das Absinken der Dauer dieser Larvenstadien bei hoher Temperatur zu erklären.

Tabelle 9

Dermestes vulpinus, Gesamtentwicklung (Ei—Imago) bei verschiedenen Temperaturen

Mittelwerte	Temperatur 24	26	28	30	32	34
Eistadium	4,0	3,1	2,9	2,0	2,0	2,0
1. Larvenstadium	4,6	3,9	3,0	2,6	2,6	2,9
2. „	4,6	4,1	3,3	3,0	3,0	3,5
3. „	4,6	4,3	2,9	2,3	3,7	2,9
4. „	5,0	4,4	3,3	2,3	3,5	2,9
5. „	6,4	3,9	3,4	2,9	3,5	3,2
6. „	7,4	4,6	7,8	7,0	3,9	3,5
7. „	12,6	8,1	10,9	7,5	5,4	4,4
8. „	15,7	12,0	13,0	9,7	5,5	5,4
9. „	—	—	—	—	7,9	5,9
10. „	—	—	—	—	7,5	6,9
11. „	—	—	—	—	6,0	8,6
12. „	—	—	—	—	10,0	9,0
Puppenstadium	9,9	8,2	7,3	5,7	5,3	4,9
Gesamtzeit	57,6	50,2	38,4	23,4	40,6	44,7

Die Mittelwerte der einzelnen Larvenstadien, der Puppenruhe und der Gesamtentwicklung sind in Tabelle 9 als Übersicht zusammengefaßt. Aus diesen Mittelwerten wurden die Kurven der Fig. 36 gezeichnet. Für das Puppenstadium in seiner Beziehung zur Temperatur verweise ich auf Fig. 21.

Ernährung

Zur Untersuchung des Einflusses verschiedenartiger Ernährung auf die Dauer der Entwicklung und die Anzahl der Häutungen wurden pro Futter je zehn Larven, die gerade geschlüpft waren, angesetzt. Bei der täglichen Kontrolle wurden die Häutungen gezählt und die Toten registriert.

Maßgebend für die Entwicklungsdauer war die Zeit zwischen Larvenschlupf und Imaginalschlupf. Durch Abweichungen innerhalb der einzelnen Versuche, durch das Tiermaterial bedingt, kamen nicht alle zehn Tiere gleichzeitig zur Verpuppung. Dadurch unterlag auch die Zeit des Imaginalschlupfes einer gewissen Streuung. Aus Tabelle 10 können die Entwicklungszeiten mit der jeweiligen Streuung entnommen werden. Zur Abgrenzung dieser Streuung wurde die Zeit zwischen dem ersten und dem letzten Imaginalschlupf angenommen. Meistens konzentriert sich der Hauptschlupf auf eine relativ kurze Zeitspanne, die entweder zentral oder am Anfang bzw. am Ende gelegen ist.

Mit Ausnahme von getrocknetem Rindfleisch waren alle Auswahlfutter geeignet, die Larven bis zur Imago zu ernähren. Die längste Entwicklungs-Dauer benötigten die Tiere bei der Fütterung von feuchtem Schweinedarm während die kürzeste Zeit durch frisch getötete Fliegenmaden und Mehl-

käfer erreicht wurde. Die Entwicklungszeiten bei getrockneten und frisch getöteten Tenebriolarven sind fast gleich. Frisch getötete Tenebriopuppen sowie getrockneter Schweinedarm bedingen eine schnellere Entwicklungsdauer. Dagegen ist bei getrockneter Schweinsblase eine Verzögerung zu beobachten. Die beschleunigte Entwicklung bei Schweinedarm gegenüber Schweineblase ist m. E. auf den größeren Fettreichtum des Darmes zurückzuführen.

Tabelle 10

Dauer der Entwicklung von *Dermestes vulpinus*-Larven bei verschiedener Fütterung

	Entwicklungszeiten
1. Schweinedarm, feucht	68—95 Tage
2. Rindfleisch, getrocknet	rd. 73 „
3. Schweineblase, getrocknet	55—64 „
4. Tenebrio-Larve, getrocknet	40—55 „
5. Tenebrio-Larve, frisch getötet	38—53 „
6. Tenebrio-Puppe, frisch getötet	40—47 „
7. Schweinedarm, getrocknet	36—46 „
8. Fliegenmaden, frisch getötet	32—43 „
9. Tenebrio-Käfer, frisch getötet	31—43 „

Tabelle 11

Abhängigkeit der Anzahl der larvalen Häutungen von der Art des Futters

	Häutungszahlen
1. Schweinedarm, feucht	11 Häutungen
2. Rindfleisch, getrocknet	8 „
3. Schweineblase, getrocknet	7 „
4. Tenebrio-Larve, getrocknet	5 „
5. Tenebrio-Larve, frisch getötet	6 „
6. Tenebrio-Puppe, frisch getötet	6 „
7. Schweinedarm, getrocknet	6 „
8. Fliegenmaden, frisch getötet	5 „
9. Käfer, frisch getötet	5 „

Betreffend der Häutungszahlen wurde festgestellt, daß bei schlechtem Futter und längerer Entwicklungsdauer mehr Häutungen auftreten als bei gutem Futter und kürzerer Entwicklungsdauer. Es besteht somit eine direkte Abhängigkeit zwischen Entwicklungszeit und Häutungszahl. Wie oben bei der Angabe des Imaginalschlupfes, so unterliegen die Häutungszahlen ebenfalls kleineren Abweichungen. In Tabelle 11 wurden jeweils die höchst beobachteten Häutungszahlen eingetragen.

Die Art der Larvenernährung nimmt keinen Einfluß auf die Dauer der Puppenruhe. Sie betrug mit kleinen Abweichungen von ± 0,75 Tagen im Mittel 8,2 Tage (bei etwa 27° C). Dagegen ist zu erwähnen, daß die normale Elfenbeinfarbe der Puppe in ein tiefes Gelb übergeht, sofern die Larve mit Fliegenmaden ernährt wurde.

Zusammenfassung

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Biologie des *Dermestes vulpinus* F. möglichst eingehend zu klären. In fünf Abschnitten wurden zunächst Ei und Entwicklungsstadien, dann die imaginale Lebensweise, weiterhin die Ernährung und schließlich die Abhängigkeit der Anzahl der larvalen Häutungen von äußeren Faktoren untersucht.

1. Die länglich ovalen Eier des Dornspeckkäfers können von der Normalform abweichen. Als „abnorme Eiformen" wurden vier Typen gefunden und beschrieben. Die Häufigkeit abnorm gestalteter Eier liegt unter 10 %. Abnorme Eier zeigen eine geringere Schlüpffähigkeit als normal geformte.

2. Durchschnittliche Größe der Eier (normale Eiformen) ist 1,53 mm Länge und 0,57 mm Breite (Mittelwerte aus 100 Eimessungen). Die Eilänge nimmt mit dem Lebensalter des Weibchens um rund 7 % ab.

3. Das Eigewicht beträgt 0,231 mg (Mittelwert aus 10 Wägungen mit je 100 Eiern).

4. Unbefruchtete Eier unterscheiden sich von befruchteten durch ihr Aussehen und in der Art, wie sie zur Ablage kommen. Abnorme Eiformen sind bei unbefruchteten Eiern stark vertreten. Die Ablage geschieht stets einzeln, niemals in Gelegen.

5. Feinde der Eier sind Milben und mehrere Insekten, die — besonders ungeschützt liegende — *Dermestes*eier durch Fraß zerstören. Hierzu zählen auch die eigenen Artgenossen.

6. Die Embryonalentwicklung geht unter äußerlich sichtbaren Veränderungen am Ei vor sich. Es konnte eine Größenabnahme der Eier während ihrer Entwicklung gemessen werden; dabei nimmt die Länge um 3,9 %, die Breite um 5,9 % ab. Gleichzeitig entsteht ein Gewichtsverlust, wobei das Endgewicht um ein Drittel gegenüber dem Anfangsgewicht differiert.

7. Die Dauer der Embryonalentwicklung ist temperaturabhängig.

8. Der Prozentsatz des Larvenschlupfes beträgt unter optimalen Bedingungen rund 86 %.

9. Die verpuppungsreife Larve sucht sich durch Einbohren in feste Stoffe eine Puppenwiege zu schaffen. Dadurch kann der Dornspeckkäfer sehr schädlich werden (viele Schadmeldungen!). Durch Auswahl einer Reihe von Stoffen verschiedener Härte wurde eine Härtestufe festgelegt, oberhalb derer ein Material nicht mehr durch Anbohren der Larve beschädigt werden kann.

10. Geht die Verpuppung in der durch die Larve hergestellten Wiege vor sich, so ist die frisch geschlüpfte Puppe gegen Gefahren der Außenwelt, besonders gegen Gefressenwerden, geschützt. Die Puppenwiege bietet außerdem einen vortrefflichen Schutz gegen Austrocknung und mechanische Verletzung.

11. Während der Puppenruhe, deren Dauer temperaturabhängig ist, nimmt das Gewicht der Puppe ab.

12. Die weibliche Imago ist gewöhnlich größer als die männliche.

13. Das Geschlechtsverhältnis ist 1 : 1.

14. Die Begattung ist unter günstigen Bedingungen (geheizte Räume) zu jeder Jahreszeit zu beobachten.

15. Die Eiproduktion wurde bei 24 Weibchen unter gleichen Bedingungen untersucht. Es kommen durchschnittlich 300 bis 400 Eier zur Ablage. Bei ca. 27° C dauerte die Praeovipositionsperiode sieben bis acht Tage, die Ovipositionsperiode rund 90 Tage. Das Weibchen legt im ersten Lebensdrittel die meisten Eier.

16. Die Weibchen reagieren auf verschiedenes Futter durch unterschiedliche Eiproduktion.

17. Die Eier werden versteckt abgelegt.

18. Ein Eigelege enthält bis zu 30 Eier. Man kann drei Gelegeformen unterscheiden: halbkreisförmig, reihenförmig und unregelmäßig.

19. Unbefruchtete Weibchen legen nur etwa den zehnten Teil Eier gegenüber befruchteten. Während die Ovipositionsperiode unbefruchteter

Weibchen abgekürzt ist, bleibt die Dauer der Praeovipositionsperiode gegenüber befruchteten Weibchen konstant.

20. Die Lebensdauer der Imagines kann erheblich differieren, wofür verschiedene Faktoren verantwortlich zu machen sind. Züchtet man die Tiere ohne daß sie Gelegenheit zur Kopula haben, so kann man beobachten, daß die Männchen länger, die Weibchen dagegen kürzer leben.

21. Die Nahrung des Dornspeckkäfers besteht in der Hauptsache aus tierischen Produkten.

22. Bezüglich der Nahrungsmenge wurde folgendes ermittelt: die Larve stellt unmittelbar vor jeder Häutung die Nahrungsaufnahme ein. Im Praepupalstadium wird vier bis sieben Tage vor der letzten Häutung keine Nahrung mehr aufgenommen. Der Nahrungsbedarf der eierlegenden Weibchen übertrifft den der Männchen um mehr als das Zweifache. Im ganzen nimmt die Larve mehr Nahrung auf als das adulte Tier.

23. Hunger löst bei der Larve Kannibalismus aus.

24. Die Anzahl der Larvenhäutungen ist inkonstant und von der Temperatur und der Ernährung abhängig. Allgemein gilt, daß bei verschlechterten Lebensbedingungen bezüglich Nahrung und Temperatur Häutungen eingeschaltet werden. Temperaturen über 30° C und Fütterung der Larve mit feuchtem Schweinedarm riefen eine deutliche Vermehrung der Larvenhäutungen hervor.

Literaturverzeichnis

Andersen, K. Th., Der Einfluß der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit auf die Dauer der Eizeit. Z. Morph. und Ökol. d. Tiere 17, 1930.

Andres, A., Zur Biologie von *Dermestes frischii* Kugel. Anz. f. Schädlingsk., I., Heft 9, 1925.

— — Etwas über den Speckkäfer und ähnliche Schädlinge. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Nr. 1, Berlin 1926. Anzeiger für Schädlingskunde, Heft 4, 1931.

Belavsky, E. und Raschek, J., Rohhäuteschädlinge. Collegium 1930. Verlag: Collegium Zeitschriften des internat. Vereins des Lederindustriechemikers, Darmstadt.

Barger and Card, Diseases and Parasites of Poultry. Lea & Febiger, Philadelphia, 1950.

Day, F. H., *Dermestes lardarius* L., feeding on wood. Ent. Monthly Mag. London 1922.

Deckert, W., Befall einer Tabakpartie mit *Dermestes vulpinus* F. Anz. f. Schädlingsk., II, Heft 1, 1926.

Dingler, M., Speckkäfer in Chlorammonium. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz 1930.

Dobkiewicz, v., Zur Biologie der Speckkäfer, Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1928, Nr. 6.

Döbner, Hdb. d. Zool., Berlin 1862.

Emden, Fritz v., Über die Rolle der Feuchtigkeit im Leben der Speicherschädlinge. Anz. f. Schädlingsk. 1929.

Escherich, K., Schädliche und nützliche Insekten in getrocknetem und verarbeitetem Tabak. Z. f. angew. Ent. I, 1914.

Gay, F. J., A nutritional study of the Larva of *Dermestes vulpinus* F. J. Exp. Zool. 79, 1938.

Götz, B., Tageszeit und Insektenaktivität. Naturwiss. Rundschau, Heft 6, Juni 1949.

— — Der Einfluß von Tageszeit und Witterung auf Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage des Springwurmwicklers *Sparganothis pilleriana* Schiff. Z. f. angew. Ent. 31. 1950.

Grün, H. W., Der Speckkäfer, Diss. d. Vet.-med. Fakultät der Justus-Liebig-Hochschule, Gießen.

Günther, Berl. Ent. Zeitschr. 45, 1900.

Herfs, A., Insektenschäden an Kunstseide. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1940, Nr. 3.

HERTER, K., Über den Temperatursinn von Vorratsschädlingen. Mitt d. Ges. f. Vorratsschutz, **18**. Nr. 6, **19**. Nr. 1—4.
ILLINGWORTH, J. F., The Leather-Beetle, a troublesome pest of tried fish in Hawaii. Proc. Hawaian. Entom. Soc. **III**. Nr. **5** Honolulu 1918.
KALANDADZE, L., Über die Biologie des Museumskäfers *Anthrenus verbasci* L. und seine Bekämpfung. Z. f. angew. Ent. **13**.
KARSCH, F., Bestimmungstabellen von Dermestidenlarven. Entom. Nachr. **XIII**. Berlin 1887.
KEMPER, H., Schädlinge aus der Familie der Dermestiden. Z. f. Kleintierk. und Pelztierk. **XI**., Heft 4/5, 1935.
— — Hausschädlinge als Bewohner von Vogelnestern. Z. f. hyg. Zool. und Schädlingsbekämpfung. Heft 7—10, 1938.
— — Ökologisch-biologische Beobachtungen an schädlichen Dermestiden. VII. Intern. Kongr. f. Ent., Verh. **4**, Berlin 1939.
KREYENBERG, J., Experimentell-biologische Untersuchungen über *Dermestes lardarius* L. und *Dermestes vulpinus* F. Z. f. angew. Ent., Berlin 1928.
KRUEL, W., Materialschädlinge in zoologischen Handlungen. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Nr. 1, Berlin 1940
KURIR, A., Vergrößerung der Zahl der Raupenstadien und Verlängerung des Raupenlebens durch die Nahrung. — Die Bodenkultur, Wien, **6**., Heft 4, 1952.
LENGERKEN, H. v., Speckkäfer in stark gesalzenem Schweinefleisch. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1930, Nr. 3.
LEPESME, P., Contribution à l'étude systématique et biologique des Dermestes nuisibles. VII. Int. Kongr. f. Ent. Verh. **4**. Berlin 1939.
MADEL, W., Speckkäferlarven als Zerstörer von Holz- und Mauerwerk. Anz. f. Schädlingsk., **XIV**., Heft 8, 1938.
— — Beobachtungen über die Eiablage des *Dermestes peruvianus*. Entom. Blätter, **26**, 1940.
— — Beobachtungen über die Eiablage des *Dermestes haemorrhoidalis* Küster. Entom. Blätter, **38**, 1942.
— — Über Speckkäferuntersuchungen im Hinblick auf ihre Lebensweise und praktische Bedeutung. Forschungsdienst, Organ der dtsch. Landwirtschaftswiss. **13**, 1942.
— — Beobachtungen über die Entwicklung der Eier und der Larven von *Dermestes haemorrhoidalis* Küster. Entom. Blätter, **39**, 1943.
— — Zur Kenntnis der Biologie einiger Dermestes-Arten. Anz. f. Schädlingsk. **XXI**., Heft 2, 1948.
— — Zur Kenntnis der Biologie einiger Dermestes-Arten. Anz. f. Schädlingsk. **XXII**., Heft 6, 1949.
PFEFFER, A., *Dermestes lardarius* als Schädling der Holzbauten. Anz. f. Schädlingsk. Heft 6, 1927.
REH, L., Eigenartige Schädigungen durch Speckkäfer (*Dermestes vulpinus* F.). Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1927, Nr. 3.
REITTER, E., *Fauna germanica*. III. Bd. Stuttgart 1911.
REY, Cl., De la déscription de la larve et de la nymphe des *Dermestes vulpinus* F. Ann. Soc. Ent. Fr. Bull. CCXXVI, 1889.
ROSENHAUER S., Beschreibung der Larve von *Dermestes vulpinus* F. Stett. Ent. Ztg. 1882.
TITSCHACK, E., Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung der Kleidermotte *Tineola biselliella* Hum. Gleichzeitig ein Beitrag zur Klärung der Insektenhäutung. Z. wiss. Zool. **128**, Heft 3.
WAGNER, H., Taschenbuch der Käfer des mitteleuropäischen Verbreitungsgebiets. J. F. Schreiber, Eßlingen und München, 1921.
WEIDNER, H., Beobachtungen über das Vorkommen von Wohnungsungeziefer und Materialschädlingen in Hamburg. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, Nr. 2.
— — Die Insekten der Kulturwüste. Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. **51**. 1952.
WIGGLESWORTH, W., The principles of insect physiology. London 1939.
ZACHER, F., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.
— — Die Speckkäfer. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin. 1928 Nr. 5, 1929 Nr. 1, Nr. 3.
— — Über Fleischfliegen und andere Insekten in frischem Fleisch. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1941, Nr. 3.
— — Sonderbare Fraßgewohnheiten und merkwürdige Fraßbilder. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, 4.

Zacher, F., Verschleppung und Einbürgerung von Vorratsschädlingen. Verh. 7. intern. Kongr. f. Entomologie, 4, 1938.
— — Die Vorratsschädlinge Ägyptens. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, Nr. 6.
— — Bemerkenswerte Fälle des Auftretens von Vorratsschädlingen. 1937—1938. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, 1939, Nr. 1.
— — Bemerkenswerte Fälle des Schädlingsauftretens. 1936—1937. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, 2.
— — Schädlinge der Kopra auf der Malayischen Halbinsel. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1940, Nr. 2.
Zeitschrift für angewandte Entomologie, V. Berlin 1919.
Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. f. angew. Entom. XIX, Berlin 1932.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel,
Pflanzenpathologie, Leitung: Prof. Dr. Tischler

Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer der Leguminosekulturen

(Ein Beitrag zur Agrarökologie)

Von

Wolfgang Schnell

Mit 11 Abbildungen

Inhalt: 1. Einleitung S. 192. — 2. Methodik S. 193. — 3. Übersicht über die Leguminoserüßler in Schleswig-Holstein S. 193. — 4. Dominanz- und Abundanzverhältnisse der Rüßler in den verschiedenen Leguminosekulturen S. 200. — 5. Rüsselkäferbefall an verschiedenen Arten von Lupinus und Medicago S. 203. — 6. Auftreten der Rüsselkäfer in ein- und mehrjährigen Beständen S. 204. — 7. Reinbestände und Mischkulturen S. 206. — 8. Horizontale Verteilung der Käfer im Bestand S. 208. — 9. Tagesrhythmik und Witterung S. 210. — 10. Vertikale Verteilung der Käfer im Bestand S. 212. — 11. Besiedlung kleinflächiger Leguminosebestände S. 213. — 12. Vorkommen in anderen Lebensstätten S. 214. — 13. Überwinterung S. 218. — 14. Erscheinen aus dem Winterlager S. 219. — 15. Aspektfolge der Käfer auf Luzernefeldern S. 221. — 16. Aspektfolge der Käfer auf Kleefeldern S. 223. — 17. Einfluß der Mahd S. 226. — 18. Biotopwechsel S. 228. — 19. Zahlenverhältnis der Geschlechter S. 230. — 20. Regionale Verbreitung in Schleswig-Holstein in Abhängigkeit von Boden und Klima S. 232. — Zusammenfassung S. 235. — Literaturverzeichnis S. 237.

1. Einleitung

Unter den Leguminosebewohnern spielen die Rüsselkäfer eine wichtige Rolle. Durch den erweiterten Anbau ihrer Nährpflanzen und die intensive Kultivierung kamen manche Arten unter ihnen zu optimaler Entfaltung, so daß ihr Schaden in steigendem Maße die Aufmerksamkeit der Pflanzenpathologen auf sich zog (z. B. Andersen 1937, Kaufmann 1939, 1941, Mühle-Fröhlich 1952).

Über biozönotische Zusammenhänge, über das unterschiedliche Auftreten der Rüsselkäfer in den verschiedenartigen Leguminosekulturen, über Fragen der Aspektfolge, über den Einfluß von Klima und Boden, über die Dispersion der Tiere im Pflanzenbestand, ihre Überwinterung und ihre Wanderungen sowie viele andere ökologische Fragen lagen jedoch noch keine systematischen Untersuchungen vor.

Vor allem sind unsere Kenntnisse über die Bedeutung der *Apion*-Arten noch gering, obwohl diese Käfer in unvorstellbarem Maße auftreten können. So fing ich in Schleswig-Holstein auf einem Weißklee-Samenfeld einmal mit fünfzig Kescherschlägen über 7000 Individuen von *Apion flavipes* Payk. Bei Untersuchungen in der Schweiz wurden aus zehn Kleeköpfen 100 *Apion*käfer gezogen (Schencker 1951).

Meine Arbeit soll einen Beitrag zur agrarökologischen Grundlagenforschung darstellen, wie sie von TISCHLER (1953) und seinen Mitarbeitern seit Kriegsende in Schleswig-Holstein durchgeführt wird.

Herrn Professor Dr. W. TISCHLER möchte ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für die zu jeder Zeit freundlich gewährte Hilfe danken. Herrn Dr. W. SPEYER danke ich für die Überlassung der Biozönosefänge, die Dr. O. KAUFMANN auf den Versuchsparzellen des Institutsgeländes der Biologischen Bundesanstalt Kiel-Kitzeberg vor dem Kriege hatte vornehmen lassen. Weiterhin schulde ich Dank Herrn Dr. LOHSE für einen Teil der Bestimmungen und die Einführung in die Systematik der Rüsselkäfer sowie Herrn Dr. M. BONESS, der mir freundlicherweise einen Teil seines Primärmaterials zur Auswertung zur Verfügung stellte. Herrn Dr. HERR von der Wetterwarte Kiel verdanke ich die meteorologischen Daten. Meine Untersuchungen wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und das Bundesernährungsministerium unterstützt. Die teils in Tabellenform, teils in Diagrammen dargestellten zahlenmäßigen Unterlagen für Kapitel 15 und 16 befinden sich in der Universitätsbibliothek Kiel.

2. Methodik

Als Grundlage dieser Untersuchung dienten im wesentlichen quantitative Kescherfänge. Für alle Fänge wurde ein halbkreisförmiger Kescher benutzt, dessen vordere Schiene 36 cm lang war und der einen Durchmesser von 20 cm hatte. Im Gegensatz zu dem normalen kreisförmigen hat sich der halbkreisförmige Kescher mit seiner stabilen vorderen Schiene ausgezeichnet bewährt, da mit ihm ein gleichmäßiges und vollkommenes Erfassen der Krautschicht, die besonders im Sommer zum Teil sehr hoch und dicht steht, gewährleistet ist. Es wurden im allgemeinen fünfzig Kescherschläge durchgeführt, durch die sich gut vergleichbare Werte erzielen ließen. Etwas schwierig gestaltete sich die Fangmethode an schon älteren und höher gewachsenen Beständen von Bohnen, Erbsen und Lupinen. Hier wurde der Kescher mit mehr streifender Bewegung durch den Bestand gezogen. Ein Vergleich gleichartiger Bestände ist auch in diesem Falle gewährleistet.

Alle Fänge wurden unter annähernd identischen Bedingungen ausgeführt. Die biozönotischen Untersuchungen erstreckten sich — bis auf einige Ausnahmen, die besonders vermerkt sind — auf das Land Schleswig-Holstein. Infolge der Wetterverhältnisse konnten sie im Jahre 1951 erst im letzten Drittel des Mai begonnen werden. Der häufig recht starke Wind, Regen und Tau beeinflußten das Fangergebnis und ließen eine vergleichbare Bewertung nicht zu. Die Fangmethode läßt ferner diejenigen Rüßler, die ein verborgenes Leben an der Erdoberfläche führen, unberücksichtigt. In allen solchen für den Kescherfang ungünstigen Fällen wurde durch okulares Absuchen und Beobachten versucht, das Verhalten der Curculioniden im Freiland zu studieren. Eine beträchtliche Einwirkung üben Ernte, Mahd und Maßnahmen zur Verbesserung des Bestandes (wie z. B. der Kultivator) auf die Biozönose der verschiedenen Leguminoseflächen aus. Darauf wird noch an späterer Stelle eingegangen.

3. Übersicht über die Leguminoserüßler in Schleswig-Holstein

Um ein genaues Bild über die Biotopzugehörigkeit der einzelnen Rüsselkäferarten zu erhalten, wurden Fänge auf 461 Leguminoseflächen in Schleswig-Holstein durchgeführt. Dabei überschritt ich die Zahl von

Tabelle 1. Auftreten von Rüsselkäfern auf Leguminosefeldern in Schleswig-Holstein

Arten	Rotklee	Weißklee	Schwedenklee	Wicken	Erbsen	Luzerne	Bohnen	Serradella	Lupinen
APION									
A. virens Herbst	●	●	●	□		□		□	□
A. seniculus Kirby	●	●	●	□		□		□	
A. apricans Herbst	●	○	○	□		□	□		
A. assimile Kirby	●	○	○	□		□		□	
A. varipes Germ.	●	○				□			
A. aestivum Germ.	●	○				□			
A. flavipes Payk.	○	●	●	□		□		□	□
A. aethiops Herbst	□	□		●	●	□	○	○?	□
A. vorax Herbst	□	□		●	●	□	□	○?	□
A. craccae L.	□			●		□	□	○?	□
A. viciae Payk.	□			●		□		□	□
A. pisi F.	□	□		●	○	●	○	□	□
A. tenue Kirby	□					●			
A. filirostre Kirby						●			
A. pomonae F.	□			●	○	□		□	□
A. nigritarse Kirby	□	○							
A. opeticum Bach.	□			○		□			
A. pubescens Kirby	○					□			
A. spencei Kirby				●	○				
A. ervi Kirby	□	□		○		□	□	□	
A. loti Kirby	□					□			
A. curtirostre Germ.	□	□	□	□		□			□
A. hookeri Kirby	□	□		□		□			□
A. affine Kirby	□					□			
A. carduorum Kirby	□			□		□			
A. cerdo Gerst.	□								□
A. marchicum Herbst	□								□
A. ebeninum Kirby	□				□	□			
A. rubens Steph.	□								□
A. frumentarium Payk.	□	□							
A. miniatum Germ.	□							□	
A. simile Kirby	□	□							
A. onopordi Kirby	□					□			
A. reflexum Gyll.	□				□				
A. subulatum Kirby	□								
A. violaceum Kirby	□								
A. platalea Germ.	□								
A. stolidum Germ.	□							□	
SITONA									
S. lineatus L.	●	●	●	●	●	●	●		
S. flavescens Mrsh.	●	●	●	□		□		○	○
S. punctícollis Steph.	●	●	⊘	□		□		□	□
S. hispidulus F.	●	●		□		○		□	□
S. lineellus Bonst.	●			●			●		
S. suturalis Steph.	●								
S. sulcifrons Thunbg.	●	□	□	□		□			
S. crinitus Herbst	□	□	□	●	●	○	□	○	○
S. humeralis Steph.	□	□				●			
S. griseus F.								●	●
S. gressorius F.									●

Fortsetzung von Tabelle 1

Arten	Rotklee	Weißklee	Schwedenklee	Wicken	Erbsen	Luzerne	Bohnen	Serradella	Lupinen
PHYTONOMUS									
Ph. nigrirostris F.	●	●	●	□		□		□	
Ph. punctatus F.	●	○	○			●			
Ph. variabilis Herbst	□	□	□	●		●		○	
Ph. arator L.	□			□	□			●	○
Ph. rumicis L.	□	□		□		□		□	□
Ph. trilineatus Mrsh.	○								
Ph. pedestris Payk.	□	□		○		□		○	□
OTIORRYNCHUS									
Ot. ligustici L.	●			○		●	○		
Ot. singularis L.	○	○							
Ot. ovatus L.	○								
Ot. raucus F.	○								

● = sichere Wirtspflanze;
○ = Vorkommen und Fraß — aber nicht bevorzugte Nährpflanze
□ = Vorkommen war nur bedingt durch vereinzeltes Auftreten der Unkräuter im Bestand.

fünfzig Kescherschlägen bis zu 100, 150 oder 200 Schlägen, um eine größere Sicherheit über die Bindung der Arten an die betreffenden Kulturpflanzen zu erlangen. Der Gesamtarbeit liegen Bestimmungen von 60 467 Rüsselkäfern zugrunde. Hierbei sind 3820 Käfer, die mir die Biologische Bundesanstalt in Kitzeberg-Kiel von ihren Biozönosefängen zur Auswertung überlassen hatte, nicht mit einbegriffen.

Aus den Ergebnissen, die in Tabelle 1 zusammengefaßt sind, ist zu ersehen, daß viele Rüsselkäfer in Kulturfeldern vorkommen, obwohl die dort angebauten Leguminosen weder ihre Nährpflanzen noch ihre Brutpflanzen sind. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß absolut reine Felder, die einzig und allein die angebaute Leguminosefrucht tragen, so gut wie nie vorkommen. Es liegt in den landwirtschaftlichen Verhältnissen begründet, daß durch Samenunreinheit bei der Aussaat oder von den Nachbarfeldern her durch Windverwehungen z. B. wilde Rot- oder Weißkleepflanzen in einer Luzernefläche auftreten und umgekehrt. Von diesen ausgesprengten Pflanzen werden dann die an ihnen lebenden Rüsselkäfer angelockt. Beim Abkeschern dieser „unerwünschten" Pflanzen wurden jedesmal die vermuteten Rüsselkäfer erhalten. Auf diesen Umstand ist es auch zurückzuführen, daß z. B. reine „Rotkleetiere" in der Literatur vielfach als „Luzerneschädlinge" beschrieben werden. Zu erwähnen ist hier noch die Eigenheit einiger Apionen, wie z. B. *Apion pubescens* Kirb., der an *Trifolium*-Arten auftritt, oder *A. craccae* L. und *A. pomonae* F., die an *Vicia* leben, die zur Paarungszeit „aufbäumen" (Wagner 1940) und daher während dieser Zeit an Bäumen und Sträuchern zu finden sind.

Auf Grund meiner in Schleswig-Holstein durchgeführten Untersuchungen kann man die wichtigsten Rüsselkäfer nach ihrer Futterwahl wie folgt einteilen:

(1) *Apion*

apricans Herbst, *assimile* Kirb., *varipes* Germ., *aestivum* Germ. monophag an *Trifolium pratense* L.;

flavipes Payk., oligophag an kleinen *Trifolium*-Arten (besonders *Trifolium repens* L. und *Tr. hybridum* L.);

virens Herbst, *seniculus* Kirb., *pubescens* Kirb. oligophag innerhalb der Trifolien;

viciae Payk., *ervi* Kirb., *aethiops* Herbst, *vorax* Herbst, *craccae* L., *pisi* F., *pomonae* F., *opeticum* Bach. an Vicien;

pisi F., *tenue* Kirb., *filirostre* Kirb. an Medicago-Arten;

ebeninum Kirb., *craccae* L., *platalea* Germ., *spencei* Kirb., *subulatum* Kirb., *opeticum* Bach. an *Lathyrus* und *Vicia;*

curtirostre Germ., *affine* Kirb., *marchicum* Herbst, *miniatum* Germ., *rubens* Steph., *frumentarium* Payk., *violaceum* Kirb. an *Rumex*-Arten;

carduorum Kirb., *onopordi* Kirb. an Carduineen;

hookeri Kirb., *stolidum* Germ. an Matricaria;

simile Kirb. an Betula.

Den Apionfraß an Serradella und Lupinen konnte ich noch nicht hinreichend klären.

(2) *Sitona*

sulcifrons Thunb., *monophag* an *Trifolium pratense* L.;

flavescens Mrsh., *puncticollis* Steph., *suturalis* Steph., oligophag an Trifolien;

humeralis Steph., monophag an *Medicago sativa* L.;

crinitus Herbst, oligophag an *Vicia* und *Pisum;*

griseus F. und *gressorius* F., oligophag an *Lupinus* und *Serradella;*

hispidulus F., oligophag an *Trifolium* und *Medicago;*

lineatus L., polyphag (Bevorzugung von Erbsen, Bohnen und Wicken).

Die Einordnung von *Sitona lineellus* Bonst. konnte noch nicht mit Sicherheit völlig geklärt werden.

(3) *Phytonomus*

nigrirostris F., oligophag an Trifolien (Bevorzugung von *Trifolium pratense* L.);

punctatus F. und *variabilis* Herbst, polyphag *(punctatus:* Bevorzugung von *Trifolium pratense* L. und *Medicago sativa* L., *variabilis:* Bevorzugung von *Vicia* und *Medicago sativa);*

arator L., *pedestris* Payk., *trilineatus* Mrsh., *plantaginis* DG., polyphag an Leguminosen und an Unkräutern anderer Pflanzenfamilien;

rumicis L., oligophag an *Rumex*-Arten.

(4) *Otiorrhynchus*

ligustici L., *ovatus* L., *singularis* L. und *raucus* F., polyphag *(ligustici* mit Bevorzugung von *Medicago sativa* L.).

Die Einteilung nach dem Grad der Futterwahl kann Abweichungen erfahren durch Massenauftreten und damit verbundener Nahrungsnot einiger Rüsselkäfer, wie z. B. das plötzliche Übergehen von *Apion aestivum* im Jahre 1941 im Kreise Husum auf andere Pflanzenfamilien zeigte (LINDEMUTH 1942).

Ein großer Teil der Apionen lebt heute noch auf Wildleguminosen an Waldrändern, Knicks, Gräben, Ruderalstellen usw. Nach WAGNER (1940) beschränkt sich *Apion aestivum* Germ. sbsp. *ruficrus* Germ. streng monophag auf Waldklee *Trifolium alpestre* L. Ebenso trifft man *Apion flavipes* Payk. und *A. nigritarse* Kirb. an den kleinsten Kleearten *Trifolium procumbens* L., *Tr. agrarium* L. und *Tr. minus* Reh. *Apion cerdo* Gerst. lebt monophag an *Vicia tenuifolia* Roth., *Apion loti* Kirb. an *Lotus corniculatus* L. und *L. uliginosus* Schrk. Das Massenauftreten von *Apion flavipes* Payk. auf den Weißkleeflächen ist ein gutes Beispiel dafür, daß die Apione mit fortschreitender landwirtschaftlicher Kultivierung auf diesen Feldern optimale Brut- und Lebensstätten vorfinden. Die Rüsselkäfer wandern daher von ihren ursprünglichen Biotopen auf diese Kulturflächen ab. Dabei braucht keine allzu große Nahrungsumstellung einzutreten, dürften doch z. B. die drei kleinsten Kleearten (*Tr. agrarium* L., *procumbens* L. und *minus* Reh.) von *Trifolium repens* L. in ihrer stofflichen Zusammensetzung nicht wesentlich verschieden sein. Ein Teil der Apione lebt jedoch noch heute, wie z. B. *Apion ervi* Kirb., fast ausschließlich auf seiner alten Wirtspflanze.

Für meine Untersuchungen und zum Verständnis dieser Arbeit ist die Verteilung des Anbaus der Kulturleguminosen in Schleswig-Holstein von größter Bedeutung. Aus diesem Grunde seien die Verhältnisse in den Abbildungen 1—5 veranschaulicht. Die Karten stellte mir das Statistische Landesamt Kiel freundlicherweise zur Verfügung.

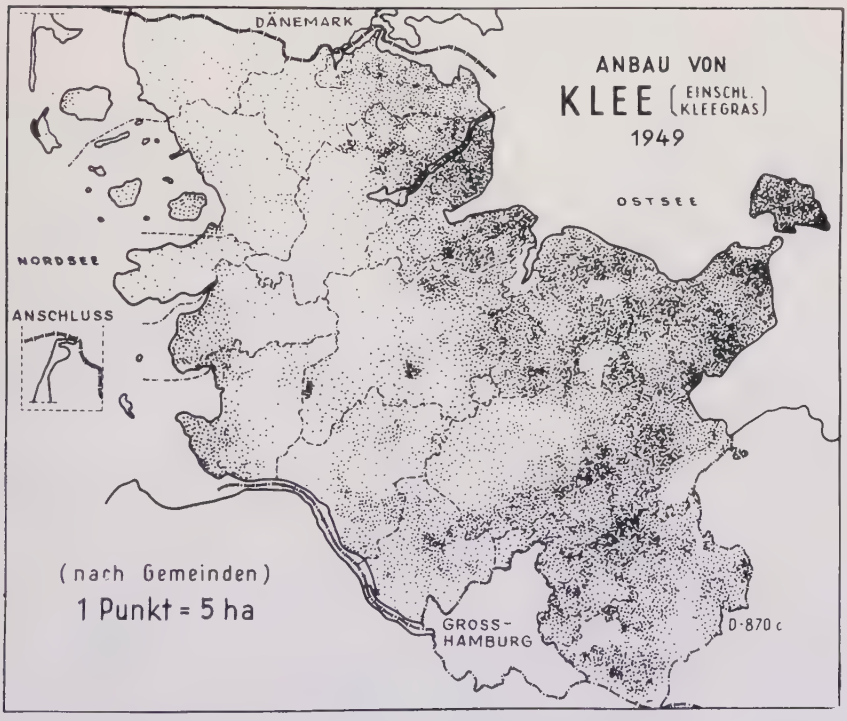


Abb. 1. Anbau von Klee in Schleswig-Holstein

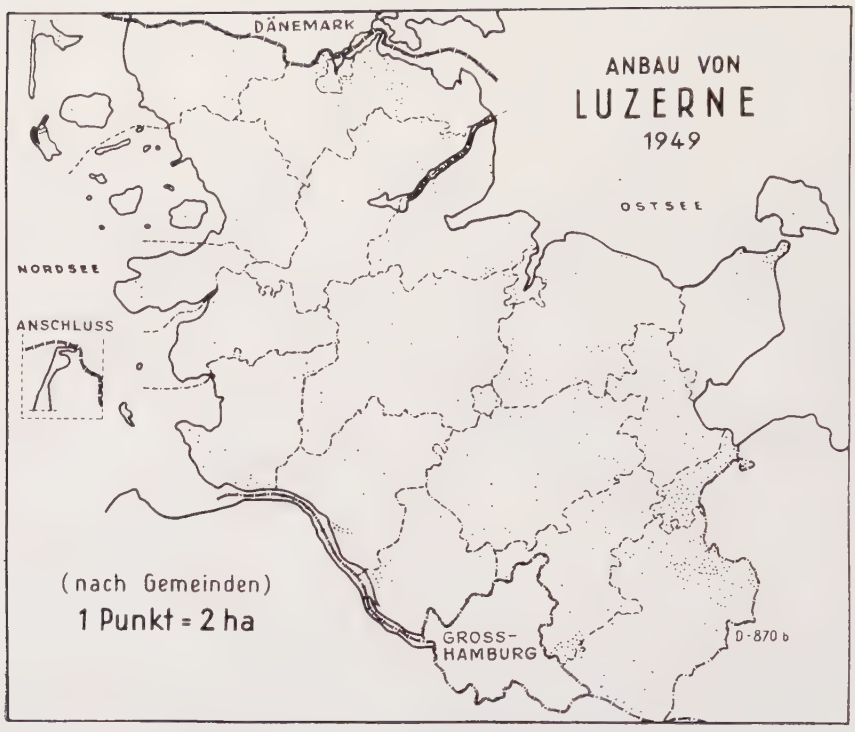


Abb 2. Anbau von Luzerne in Schleswig-Holstein

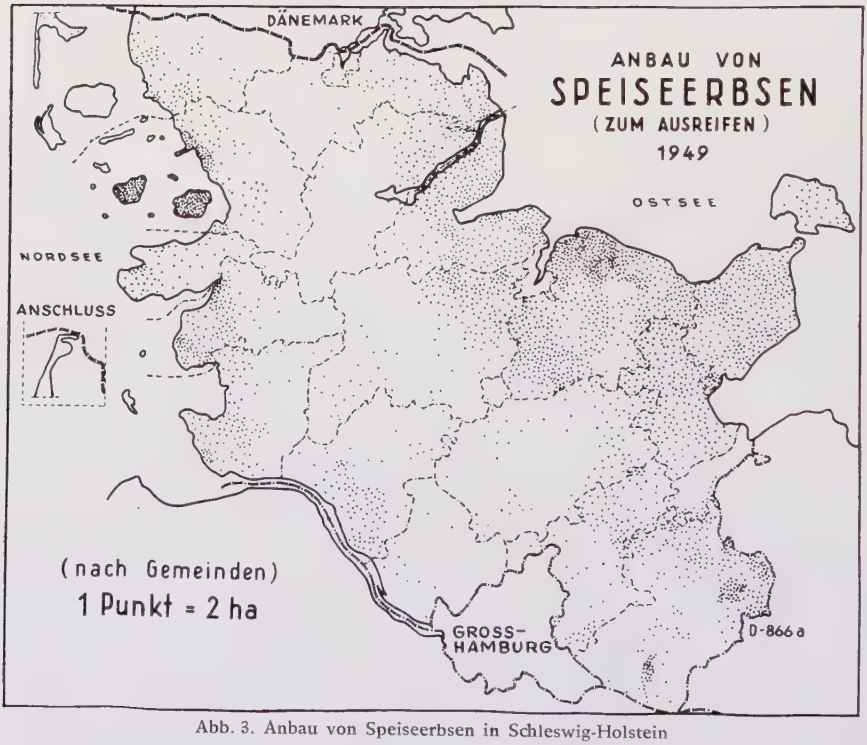


Abb. 3. Anbau von Speiseerbsen in Schleswig-Holstein

Abb. 4. Anbau von Ackerbohnen in Schleswig-Holstein

Abb. 5. Anbau von Süßlupinen in Schleswig-Holstein

4. Dominanz- und Abundanzverhältnisse der Rüßler in den verschiedenen Leguminosekulturen

Die Dominanz, die den prozentualen Anteil vom mengenmäßigen Auftreten der Arten in einem Leguminosebestandestyp ausdrückt, wurde aus einer Zahl von 392 Einheitsfängen zu je fünfzig Fangschlägen errechnet (Tab. 2), was einer Individuenmenge von 25 827 entspricht. Arten, die nur in wenigen Beständen oder sehr geringer Zahl auftraten, wurden nicht mit berücksichtigt; zum Teil handelt es sich hier um biotopfremde Elemente. Das Vorkommen von *Phytonomus punctatus* F. sowie der *Otiorrhynchus*-Arten *ligustici* L., *ovatus* L., *singularis* L. und *raucus* F. sind nur relativ zu werten, weil diese Arten sich größtenteils auf der Erdoberfläche aufhalten und daher den Kescherfängen entgingen.

Tabelle 2. Prozentualer Anteil der Rüsselkäfer an Leguminosen

Arten	Rotklee	Weißklee	Schwedenklee	Wicken	Erbsen	Luzerne	Bohnen	Gemenge	Serradella	Lupinen
A. apricans Herbst	**23,8**	0,7	0,4							
A. assimile Kirby	9,7	0,2	0,2							
A. varipes Germ.	7,6	0,1								
A. flavipes Payk.	10,5	**87,0**	**87,6**							
A. virens Herbst	**21,3**	5,2	4,9							
A. seniculus Kirby	2,1	1,8	2,3							
A. aestivum Germ.	0,1									
A. nigritarse Kirby		0,1								
A. vorax Herbst				1,3	1,8		2,0	2,3	7,0	3,5
A. aethiops Herbst				2,5	0,9		0,3	0,5	7,4	5,4
A. pisi F.				0,6		2,0	0,4	0,3		0,8
A. tenue Kirby						1,2				
A. ervi Kirby				0,1	0,9					
A. viciae Payk.				0,2						
A. loti Kirby									7,3	
A. craccae L.				0,2			0,1		2,4	5,8
A. opeticum Bach.				0,1						
A. cerdo Gerst.										0,4
A. pomonae F.				0,4			1,0			0,8
S. lineatus L.	4,0	0,6	0,9	**91,9**	**95,5**	**47,6**	**95,8**	**92,4**	15,4	**44,2**
S. crinitus Herbst	0,2			2,1			0,4	3,0	4,3	19,7
S. flavescens Mrsh.	6,9	3,0	2,2							
S. sulcifrons Thunbg.	5,9									
S. puncticollis Steph.	2,3									
S. suturalis Steph.	0,1									
S. hispidulus F.	2,0	0,6				3,6				
S. humeralis Steph.						12,9				
S. griseus F.									**21,6**	8,7
S. gressorius F.										0,4
Ph. arator L.				0,1	0,9			0,1	**22,5**	5,1
Ph. variabilis Herbst	0,1			0,5		**32,5**		1,3	7,0	0,9
Ph. nigrirostris F.	2,3	0,7	1,5							
Ph. punctatus F.	1,1					0,2				
Ph. pedestris Payk.									1,0	0,8
Ph. rumicis L.								0,1	4,1	3,1

An Rotklee (*Trifolium pratense* L.), der unter den Leguminosen an Rüsselkäfern den größten Artenreichtum enthielt, zeigten die Apione *apricans* Herbst und *A. virens* Herbst sowie *Sitona flavescens* Mrsh. und *S. sulcifrons* Thunbg. den größten Anteil. Bei allen Fängen erwiesen sich unter den verschiedensten Witterungs- und Feldbedingungen *Apion virens* Herbst, *Sitona sulcifrons* Thunbg. und *Phytonomus nigrirostris* F. als die stetigsten Rüßler, die immer wieder vorzufinden waren. Obwohl in den Gebieten nördlich von Schleswig-Holstein *Sitona suturalis* Steph. an *Trifolium pratense* L. häufig auftreten soll (C. H. Lindroth, brieflich), wurde diese Art nur äußerst selten in Holstein auf Klee angetroffen. Ähnlich stand es im allgemeinen mit *Sitona lineellus* Bonst. und *Apion aestivum* Germ., die hier jedoch in bestimmten Bezirken regionale Bedeutung erlangt haben.

Zahlenbeispiel eines Rotklee-Fanges, 18. Mai 1953, 12 Uhr, bei Kaköhl, Klee 35 cm hoch, 22,5° C, sonnig.

Apion apricans Herbst:	30;	*Apion flavipes* Payk.:		3
„ *assimile* Kirb.:	2;	„ *seniculus* Kirb.		1
„ *varipes* Germ.:	3;	„ *hookeri* Kirb.	rotkleefremde Arten	1
„ *virens* Herbst	31;	„ *ebenium* Kirb.:		1
		„ *craccae* L.		1
Sitona lineatus L.:	1;	*Sitona sulcifrons* Thunbg.:		13
„ *hispidulus* F.:	2;	„ *flavescens* Mrsh.		2
„ *puncticollis* Steph.:	1;	„ *crinitus* Herbst		1
Phytonomus nigrirostris F.:	1			
Otiorrhynchus raucus F.:	1			

Bei Weißklee (*Trifolium repens* L.) und Schwedenklee (*Trifolium hybridum* L.) lagen die Verhältnisse etwa gleich. *Apion flavipes* Payk., *virens* Herbst, *seniculus* Kirb. sowie *Sitona flavescens* Mrsh. und *Phytonomus nigrirostris* F. waren auf allen untersuchten Biotopen am sichersten anzutreffen, besonders aber *Apion flavipes* Payk., der sich meist durch Auftreten großer Mengen auszeichnete.

Beispiel eines Weißklee-Fanges, 18. Mai 1953, 17 Uhr, bei Helmstorf, Klee 18 cm hoch, 19° C, bewölkt.

Apion flavipes Payk.:	168;	*Sitona flavescens* Mrsh.:	6
„ *virens* Herbst:	7;	„ *lineatus* L.:	1
„ *seniculus* Kirb.:	3;	„ *hispidulus* F.:	1
		Phytonomus nigrirostris F.:	3

An Luzerne (*Medicago sativa* L.) dominierten *Sitona lineatus* L. und *Phytonomus variabilis* Herbst. Das Auftreten von *Sitona humeralis* Steph. und *Apion pisi* F. und *tenue* Kirb. war sehr wechselnd. *S. humeralis* Steph. ist durchaus als „Luzernetier" anzusprechen, jedoch ist er, wie auch die beiden Apione, offensichtlich von bestimmten Umweltbedingungen abhängig. Die Zugehörigkeit von *Sitona hispidulus* F. zur Biozönose der Luzerne konnte nicht eindeutig geklärt werden. Sein mengenmäßiges Vorkommen lag im Luzernebiotop zum Teil zwar höher als im Rotklee, jedoch scheint er auf Grund von Beobachtungen die Trifolien vorzuziehen und lebt daher wohl in der Luzerne an wilden Trifolien oder frißt erst in zweiter Linie an Medicago.

Luzerne-Beispiel, 18. Mai 1953, 13.45 Uhr, bei Kaköhl. Luzerne 35 cm hoch, 22° C, sonnig.

Sitona lineatus L.:	10;	*Phytonomus variabilis* Herbst:	21
„ *humeralis* Steph.	7;	„ *punctatus* F.:	1
„ *hispidulus* F.:	15;		
Apion virens Herbst:	1 }	luzernefremde Arten.	
„ *craccae* L.:	3 }		

Serradella (*Ornithopus sativus* Lk.) und Lupinen (*Lupinus* sp.) wiesen eine Zahl der „Wickentiere" auf, die durch wilde Wickenpflanzen in die beiden Biotope angelockt wurden. Dabei besteht allerdings die Möglichkeit, daß sie auch von *Ornithopus* oder *Lupinus* fressen. Auffallend ist der relativ starke Anteil von *Phytonomus arator* L. in der Biozönose, der regional — ähnlich wie auch *Sitona griseus* F. — sehr zahlreich auftrat. *Sitona gressorius* F. hat sich in Holstein wenig ausgebreitet und war bei allen Fängen äußerst selten. *Sitona griseus* F. beschränkte sich nur auf Serradella und Lupinen und war, entgegen der Ansicht von LEHMANN-KLINKOWSKI (1942), auf keinem Luzernefeld oder sonstigem Leguminosenbiotop zu finden.

Die Käferfauna in den beiden Biotopen war nicht sehr stetig und ausgeglichen. Fänge, die an nahegelegenen Orten unter ziemlich gleichen Umweltverhältnissen und Bedingungen an derselben Frucht ausgeführt wurden, erbrachten äußerst verschiedenartige Ergebnisse. Bei den Lupinen war die absolute Individuen- und Artabundanz gering. Der Grund für diese beiden Erscheinungen dürfte einerseits der unregelmäßige Anbau, andererseits der Mangel an Wildpflanzen sein, von denen die Charakterarten zuwandern könnten.

Serradella-Beispiel, 21. Juli 1953, 16 Uhr bei Brammer.
Serradella 55 cm hoch, 24° C, sonnig.

Apion vorax Herbst:	1		
„ *aethiops* Herbst:	3		
„ *loti* Kirb.:	2		
„ *pisi* F.:	2		
„ *affine* Kirb.	7 }		
„ *rubens* Steph.:	2 }	serradellafremde Arten.	
„ *seniculus* Kirb.:	2 }		
Sitona lineatus L.:	1;	*Phytonomus arator* L.:	11
„ *griseus* F.:	21;	„ *rumicis* L.:	1
		„ *variabilis* Herbst	2

Die verschiedenen Wicken-(*Vicia-*)Arten zeigten eine ziemlich konstante Lebensgemeinschaft. Neben *Sitona lineatus* L. und *crinitus* Herbst, von denen nur der letzte als typisches Wickentier zu bezeichnen ist, spielten die *Apion*-Arten außer *A. vorax* Herbst und *A. aethiops* Herbst nur eine geringe, je nach den sonstigen Umständen wechselnde Rolle.

Wicken-Beispiel, 23. Juni 1951, 14 Uhr, bei Fiefharie, Wicken 30—40 cm hoch, 22° C, sonnig.

Apion vorax Herbst:	2;	*Sitona lineatus* L.:	142
„ *aethiops* Herbst:	1;	„ *crinitus* Herbst:	6
„ *pomonae* F.:	2;		

Auf den Feldern von Bohnen, Erbsen oder im Gemenge mit Wicken hob sich bei allen Untersuchungen *Sitona lineatus* L. mit hoher

Individuendichte hervor, die annähernd mit der von *Apion flavipes* Payk. auf dem Weißklee zu vergleichen ist. Im allgemeinen war *Sitona lineatus* L. stets in größerer Anzahl an Bohnen als an Erbsen anzutreffen.

Beispiel, Gemenge von Bohnen, Erbsen, Wicken und Hafer. 30. Juni 1951, 11 Uhr, Schädtbeck, 45—65/70 cm hoch, 18° C, bewölkt.

Apion vorax Herbst:	3	
„ *flavipes* Payk.	11	(bestandfremde Art)
Sitona lineatus L.:	97	
„ *crinitus* Herbst:	1	
„ *flavescens* Mrsh.:	1	(bestandfremde Art)

Steinklee (*Melilotus albus* Desr., *M. officinalis* Desr.) wird in Holstein nicht oder nur ganz selten angebaut. Bei Melsdorf wurden auf einem als Bienenfutter angesäten Steinkleeflecken, der neben einem Luzernefeld lag, die beiden Rüsselkäfer-Arten *Apion meliloti* Kirby und *Sitona cylindricollis* F. festgestellt. Diese beiden Arten leben hier monophag an *Melilotus*. In den USA. tritt *Sitona cylindricollis* F. an den dort häufig kultivierten *Melilotus*flächen besonders stark auf und tritt bei Nahrungsnot auf die Luzerne über. Bei Melsdorf wurden auf dem Luzernefeld neben dem Melilotusflecken keine dieser Steinkleerüßler festgestellt.

5. Rüsselkäferbefall an verschiedenen Arten von *Lupinus* und *Medicago*

Es liegen Berichte vor, nach denen auf verschiedenen Arten und Herkünften der Lupinen und Luzerne *Sitona* und *Phytonomus* unterschiedlich stark auftreten. *Lupinus luteus* L. und besonders *Lupinus angustifolius* L. sollen durch *Sitona* stärker aufgesucht werden als *Lupinus albus* L. Ein anderer Fall berichtet von starker Schädigung von *Lupinus albus* L. durch *Sitona griseus* F. (Andersen 1937, 1938).

Zur Klärung dieser Frage wurden in Holstein 37 Lupinenfelder, bei denen alle drei Lupinenarten vertreten waren, untersucht. Es erwies sich, daß *Lupinus luteus* L. und *L. angustifolius* L. von *Sitona (lineatus* L., *crinitus* Herbst, *griseus* F.) um ein Weniges mehr befallen waren als *Lupinus albus* L. Weiterhin wurde ein größeres Feld untersucht, auf dem in Reinkultur *Lupinus luteus* L., *L. angustifolius* L. und *L. albus* L. jeweils nebeneinander standen. Es konnten keine großen Unterschiede bemerkt werden; lediglich *Sitona crinitus* Herbst war auf *Lupinus angustifolius* L. reicher vertreten. Es ist anzunehmen, daß die Ursachen unterschiedlicher Abundanz der Sitonen auf Lupinen in den Verhältnissen des Biotops (Stand, Dichte der Pflanzen, Ökoklima) begründet liegen sowie auch in den strukturellen Unterschieden der Lupinenarten. Dies wird deutlich an der Beobachtung von Bredemann (1941), nach der *Sitona griseus* F. am stärksten die unbehaarten *Lupinus mutabilis*-Formen befiel, weniger stark die schwach behaarten *L. angustifolius* und *luteus* und gering die stark behaarten *L. hirsutus* und *albus*.

Das wechselnde Vorkommen von *Phytonomus variabilis* Herbst an verschiedenen Luzerne-Herkünften wird auf die unterschiedlichen „Härtegrade" der Beblattung zurückgeführt. Danach werden *Medicago falcata* L. schwach, *M. sativa* L. und *media* Per. stark, die Thüringer Luzerne mit härteren Blättern (die auch die in Holstein angebaute Fränkische Luzerne besitzt) ebenfalls schwach, jedoch stark die Provencer- und Ungarische

Luzerne mit weichen Blättern befallen (LEHMANN-KLINKOWSKI 1937, LEHMANN 1933, NOLTE 1950). Der Luzerneblattnager richtet sich also offenbar nach dem Zustand und der Beschaffenheit des Blattes. Dies wurde in Holstein auch eindeutig daran festgestellt, daß in Biotopen, auf denen ein Teil der Fränkischen Luzerne geschnitten und wieder jung nachgewachsen war, dieser junge Nachwuchs eine bedeutend stärkere Besiedlung aufwies als der ungeschnittene ältere Bestand.

In den USA. wurden verschiedene Steinklee-Herkünfte auf unterschiedliches Auftreten von *Sitona cylindricollis* F. untersucht. Es zeigten mehrere *Melilotus*-Herkünfte Befallsverschiedenheiten. Diese Erscheinung wird hier jedoch mehr auf den Zustand des Bestandes zurückgeführt als auf die Herkunft des Klees (MUNRO, TELFORD, REDMAN und STOA 1944, TELFORD und MUNRO 1943).

6. Auftreten der Rüsselkäfer in ein- und mehrjährigen Beständen

Untersuchungen, die den Vergleich ein- oder mehrjähriger Leguminosekulturen betreffen, sind an mehrere Bedingungen geknüpft. Um zu vergleichbaren Feststellungen zu kommen, müssen in den ausgewählten Biotopen herrschen:

a) Gleiche Jahres- und Tageszeit;
b) die Felder dürfen nicht weit voneinander entfernt liegen;
c) die Fänge müssen immer in derselben Zone des Feldes durchgeführt werden, z. B. Randzone (an Wallhecken) oder im Innern;
d) die Kulturen müssen etwa im gleichen Zustand sein (Höhe, Dichte und Beblattung) und dadurch ein entsprechendes Ökoklima besitzen.

Aus Gründen der Fruchtfolge und der Kleemüdigkeit steht der Rotklee in Holstein meist nicht länger als zwei bis drei Jahre, jedoch schon innerhalb dieser Zeit wurden Unterschiede in der Biozönose festgestellt. Eine Vielzahl von Fängen, die auf ein-, zwei- und auch dreijährigen Rotkleefeldern ausgeführt worden waren, wurde verglichen. Hierbei zeigte sich, daß der jüngere Rotklee im allgemeinen eine viel höhere Individuen- und Artdichte aufwies als der ältere Bestand. Doch gibt es Ausnahmen, wie folgende Beobachtung zeigt: Am 24. Mai 1951 wurden zwei Rotkleebiotope untersucht, von denen das eine Feld im Jahre nach dem Aussaatjahr, also im zweiten stand, das andere im dritten. Die beiden Felder waren nur durch einen Schlag und seine beiden Wallhecken (Knicks) voneinander getrennt. Es war in d i e s e m Falle deutlich, daß der dreijährige ältere Rotklee eine höhere Besiedlungsdichte aufwies als der zweijährige jüngere Klee (Abb. 6). Da der zweijährige Bestand durch ungünstigen Einfluß seiner Überfrucht sehr schlecht aufgelaufen war und eine verdichtete, vergraste Erdoberfläche aufwies, bot der dreijährige Rotklee den Rüßlern viel bessere Entwicklungsmöglichkeiten.

Auf der Luzerne, die in Holstein, obwohl sie hier selten angebaut werden kann (Abb. 2), mitunter ins vierte oder fünfte Jahr geht, sowie auf dem Weißklee ergaben sich ähnliche Verhältnisse wie beim Rotklee (Abb. 6). Immer wieder zeigte sich auch hier, daß durchschnittlich die Wohndichte im Jahr der Aussaat gering ist, sie steigt in den nächsten beiden Jahren, um dann wieder abzusinken. Vom Zeitpunkt der Aussaat der

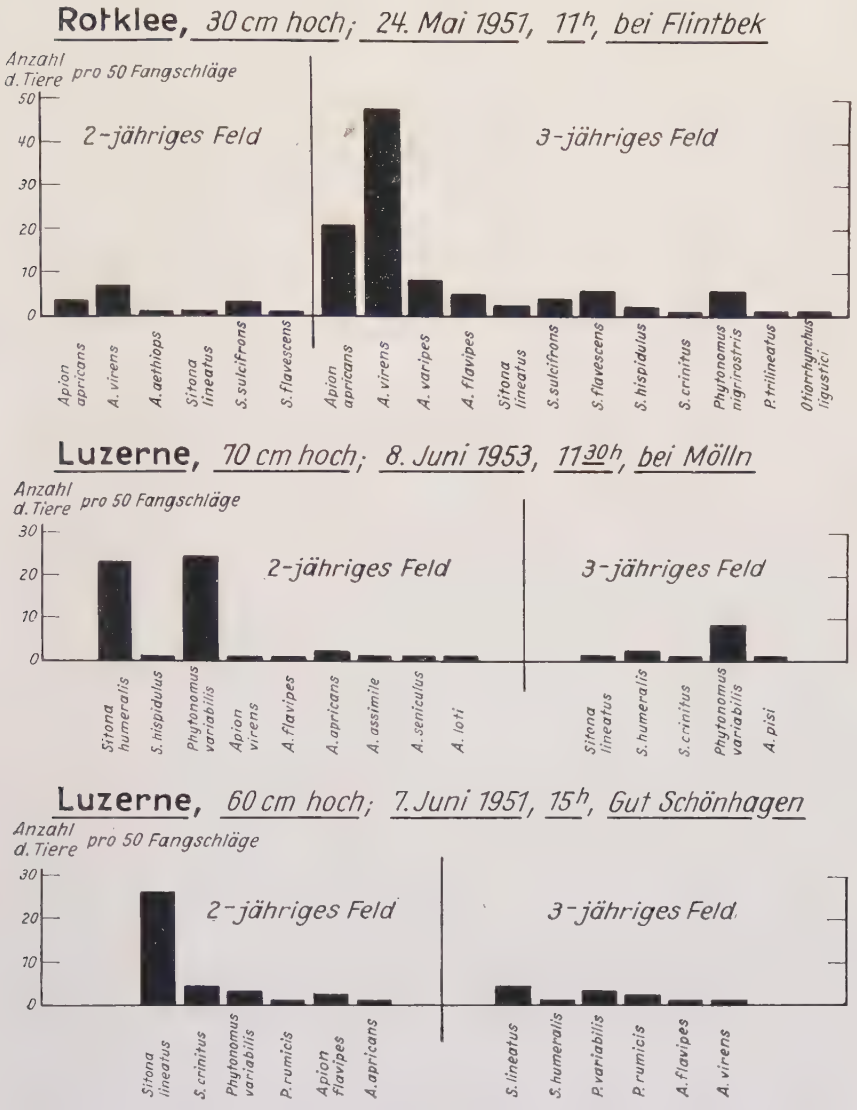


Abb. 6. Auftreten der Rüsselkäfer in verschieden alten Klee- und Luzernebeständen

Leguminosefrucht als Untersaat in Getreide bis zur Ernte der Überfrucht sind die Rüsselkäfer äußerst schwach vertreten. Nach der Beseitigung des Getreides setzt eine Besiedlung von den Nachbarbiotopen und Wildleguminosen ein. Es ist anzunehmen, daß nach der Ernte der Überfrucht, die sich hemmend auf die Besiedlung des Feldes auswirkt (Licht- und Raumverhältnisse), unter Umständen ein Teil der Eiablage noch auf die jungen Pflanzen stattfindet. Abgestorbene Pflanzenteile, Stoppeln und Halmreste der abgeernteten Überfrucht u. ä. sind hierbei auch von Bedeutung, da z. B. *Phytonomus punctatus* F. besonders gern an diese seine Eier ablegt (Kaufmann 1941).

Im folgenden Jahr steigt die Wohndichte durch Einwanderung von Knicks u. ä. und von den Nachbarfeldern, da der junge Bestand sich besonders anziehend auf die Rüsselkäfer auswirkt. SCHAEFFLER (1941) stellte bei Selbstverträglichkeitsversuchen fest, daß bei fortgesetztem Rotkleeanbau der Boden in einen „sehr feinkrümeligen und wenig bindigen, sehr lockeren Zustand übergeht". Dies ist für manche Curculioniden sehr günstig, z. B. für die Eiablage und weitere Entwicklung. SCHAEFFLER beobachtete auch, daß die Rüsselkäfer anfangs stark auftraten, jedoch in älteren Beständen an Zahl nachließen.

Die Mehrjährigkeit der Luzerne bietet ferner dem Luzernerüßler *Otiorrhynchus ligustici* L. mit seiner zweijährigen Entwicklung gute Lebensaussichten.

Mit zunehmendem Alter eines Leguminosefeldes kommt es — ähnlich wie durch Einfluß der Überfrucht — zu einer Vergrasung; es bilden sich Polster, und die Bodenoberfläche verwächst mit Wildpflanzen und ändert sich, so daß die Verhältnisse für das Auftreten vieler Rüsselkäfer weniger optimal werden. Es wurden jedoch auch vierjährige Luzernefelder festgestellt, die noch eine hohe Wohndichte besaßen. Dies ist auf Kulturmaßnahmen zurückzuführen, die sich in mancher Beziehung hemmend, in anderer aber fördernd auf die Gesamtbiozönose auswirken können.

In den USA stehen die Luzerneschläge oft bis ins zwanzigste Jahr oder länger. Hier ist die Individuendichte z. B. von *Phytonomus variabilis* Herbst vom etwa 4./5. Jahre an sehr hoch, äußerst hoch um das 12. bis 14. Jahr (SNOW 1928). Durch den ebenfalls lange Jahre nicht wechselnden Anbau anderer Kulturpflanzen auf den Nachbarfeldern bleiben die Rüßler zum größten Teil auf dem einmal aufgesuchten Feld.

7. Reinbestände und Mischkulturen

Wie stark der Rüsselkäferbestand von der Art und Zusammensetzung des Biotops abhängig ist, zeigt ein Vergleich von Reinsaaten und Mischkulturen. Sehr deutlich ist das bei dem Kleegrasbau zu beobachten, der an Standorten betrieben wird, wo reine Kleekulturen landwirtschaftlich unbefriedigend sind. Reine Bestände von Klee werden in Schleswig-Holstein vielfach zur Samengewinnung angebaut. Bei allen untersuchten Rotkleemonokulturen zeigte sich im Vergleich zu Kleegrasfeldern, die jeweils in größter Nähe und ähnlichem Zeitpunkt untersucht wurden:

a) eine starke Zunahme in der Abundanz von *Apion,* vor allem von *Apion assimile* Kirb., dem *A. apricans* Herbst in Abstand folgte;
b) in einigen Fällen eine hohe Abundanz von *Sitona flavescens* Mrsh. (vgl. auch Aspektfolge, Rotklee, Krokau 1953);
c) eine geringere Artenzahl an Curculioniden.

Aus der Tabelle 3 sind die hohen Zahlenwerte von *Apion assimile* Kir. zu ersehen, die sonst tief unter denen von *Apion apricans* Herbst liegen. Offensichtlich wirken sich die Kleereinbestände auf *Apion assimile* Kir. ganz besonders fördernd aus. Die Erscheinung einer wesentlich hohen Individuendichte dieses Käfers in den an sich schon dicht besiedelten Monokulturen wurde oft festgestellt. Bei den meisten untersuchten Feldern handelte es sich um Kulturen, die im Jahr nach der Aussaat, also im zweiten Jahr standen.

Tabelle 3. Abundanz einiger Rüsselkäfer in Mono- und Mischkulturen (Zahlenwerte, bezogen auf 50 Fangschläge)

Datum	Ort und Kleekultur	*A. apricans* Herbst.	*A. assimile* Kirb.	*A. varipes* Germ.	*A. virens* Herbst.	*A. flavipes* Payk.	*A. seniculus* Kirb.	*A. onopordi* Kirb.	*S. lineatus* L.	*S. sulcifrons* Thunbg.	*S. hispidulus* F.	*S. flavescens* Marsk.	*Ph. nigrirostris* F.	*Ph. punctatus* F.
31. Mai 1951	Krokau Kleemonokultur	68	328	—	8	12	—	—	4	2	—	—	—	—
	Muxall Kleemischkultur	12	2	6	29	2	1	—	1	—	2	—	4	—
17. Juni 1951	Krokau Kleemonokultur	28	226	4	1	3	—	—	—	1	—	—	1	—
	Muxall Kleemischkultur	11	5	5	6	4	2	1	—	2	—	3	—	1

Bei den Kleegrasgemischen, bei denen besonders *Lolium italicum* A. Br., auch *L. perenne* L. sowie *Phleum pratense* L., *Dactylis glomerata* L. oder *Festuca pratensis* Hud. Verwendung finden, herrscht der Klee im Normalfall durchaus vor. Eine Vielzahl von Fängen wurde nun auf extrem vergrasten Kleegrasbiotopen durchgeführt, bei denen im Verhältnis Klee : Gras die Gräser 50% und mehr ausmachten. Auf diesen Biotopen verschiebt sich die ganze Biozönose; rezedente und subdominante Arten nehmen den Platz der dominanten Arten ein und umgekehrt (Tabelle 4). *Apion virens* Herbst ist hier absolut dominierend und wird gefolgt von *A. seniculus* Kirb.

Tabelle 4. Vergleich von Dominanzwerten in Monokulturen und Gemischtkulturen, ausgedrückt in %-Werten

Arten	Rot- und Weißklee im Gemisch	Extreme Grasklee kulturen	Rotkleerein-bestände	Normale Kleegras-bestände
A. apricans Herbst	4,7	1,7	13,7	**23,8**
A. assimile Kirby	2,2	5,7	**77,2**	9,7
A. varipes Germ.	1,2	0,8	0,9	7,6
A. virens Herbst	7,6	**55,2**	2,6	21,3
A. flavipes Payk.	**53,1**	3,9	1,2	10,5
A. seniculus Kirby	22,2	6,9	0,8	2,1
A. nigritarse Kirby	0,4	—	—	—
A. aestivum Germ.	—	—	0,2	0,1
S. lineatus L.	0,7	0,5	0,4	4,0
S. sulcifrons Thunbg.	2,0	5,1	1,1	5,9
S. hispidulus F.	1,2	0,7	0,1	2,0
S. flavescens Mrsh.	0,9	2,6	0,8	6,9
S. puncticollis Steph.	0,3	1,7	—	2,3
S. lineellus Bonst.	0,1	—	—	—
S. crinitus Herbst	—	—	—	0,2
S. suturalis Steph.	—	—	—	0,1
Ph. nigrirostris F.	3,0	14,8	1,0	2,3
Ph. variabilis Herbst	0,4	0,3	—	0,1
Ph. pedestris Payk.	—	0,1	—	—
Ph. punctatus F.	—	—	—	1,1

und dann erst von *A. assimile* Kirb. Dies ist ein gutes Beispiel, wie sehr die Umweltverhältnisse Abundanz und Dominanz verschiedener Arten an derselben Nährpflanze beeinflussen.

Bei gemischtem Anbau von Rot- und Weißklee überwiegen die Weißkleerüßler; auch *Apion seniculus* Kirb. tritt hervor, während *Apion assimile* Kirb. wiederum stark abnimmt (Tabelle 4). Unter den Sitonen behauptet sich wie immer *Sitona sulcifrons* Thunbg. Bei den extremen Kleegrasgemischen und besonders auch bei der Rot- und Weißkleekultur wird durch den Bewuchs die Pflanzendecke viel mehr geschlossen. Vor allem breitet sich der Weißklee im Gegensatz zum Rotklee stark aus und bietet somit *Apion flavipes* Payk. günstigste Verhältnisse. Dies ist besonders auf kleemüden Böden der Fall.

Serradella und Lupinen wurden häufig mit Roggen, Wicken mit Hafer angebaut. Erbsen finden mit Wicken oder auch mit Bohnen und Hafer Verwendung. Dabei ergab sich fast jedesmal, daß die Reinkulturen eine größere Individuendichte aufwiesen, ihr Artenreichtum aber nachließ.

Auf Gemischen von Rot-, Weiß-, Schweden- und Gelbklee dominierten wieder *Apion flavipes* Payk. und *A. seniculus* Kirb. In Gemischen von Rotklee mit Luzerne, die wegen der unterschiedlichen Blühzeiten und aus anderen Gründen sehr selten Anwendung finden, überwiegt die Rotkleebiozönose.

8. Horizontale Verteilung der Käfer im Bestand

Von überragender Bedeutung für die Siedlungsdichte der Curculioniden sind Art und Beschaffenheit der Feldrandbezirke. Es bestehen Unterschiede, je nachdem, ob Felder, Wege, Gräben oder die in Holstein sehr verbreiteten Knicks (= Wallhecken) angrenzen. Um die Frage zu klären, an welchen Teilen des Feldes die höchste Wohndichte herrscht, wurden vom Knick ausgehend nach dem Feldinnern Kescherfänge durchgeführt. Diese verliefen immer parallel zum Knick im Abstand von:

Randzone:	2— 4 m,
Zone Rand bis Mitte:	12—15 m und
Zone Mitte:	20—25 m

vom Knick. Das Resultat zeigte, daß bei allen Fängen die Apione von Rand zum Feldinnern an Zahl abnahmen (Abb. 7). Auf demselben Feld zu verschiedenen Zeiten durchgeführte Fänge ergaben, daß die Verteilung der Tiere vom Frühjahr bis in den Hochsommer hinein relativ gleich blieb. Nach der Winterruhe setzt im Frühjahr von den Knicks her die Besiedlung der Leguminosefelder ein. Die Apione bleiben dann an ihren einmal erreichten Standorten und wandern, je nach ihrem Nahrungsbedürfnis und der Futterqualität der Trifolien, dem Feldinnern zu. Die niedrigen Zahlen im Spätfrühjahr und Sommer (Abb. 7) liegen in dem Lebenszyklus der Käfer begründet. Die Geschlechterbestimmung bei *Apion apricans* Herbst, *assimile* Kirb. und *varipes* Germ. ergab zu dieser Zeit, daß — abgesehen von geringen Schwankungen bei *assimile* Kirb. — die Weibchen stärker vertreten waren. Zwischen Rand und Mitte wurden — bis auf *A. assimile* Kirb. — keine wesentlichen Verschiebungen im Geschlechterverhältnis erkannt.

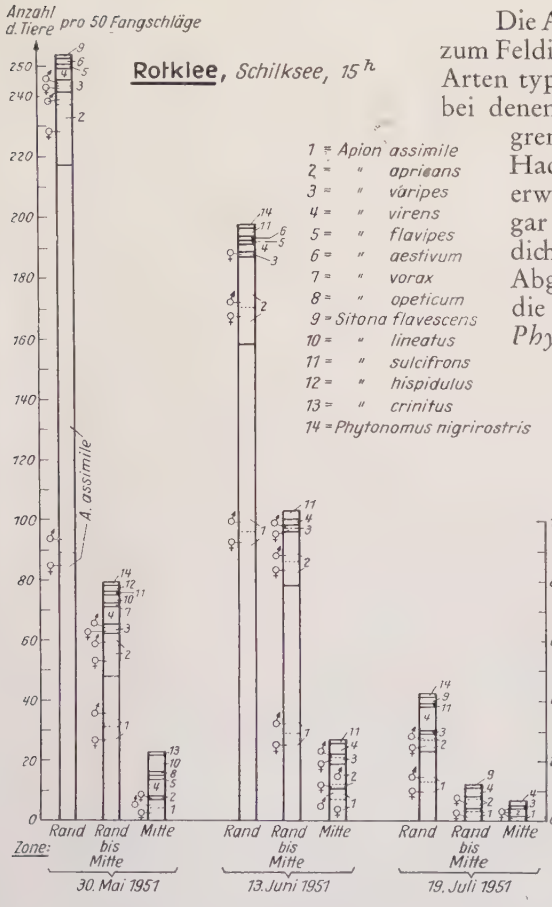


Abb. 7. Verteilung der Rüsselkäfer vom Rand bis zur Mitte eines Kleefeldes in verschiedenen Monaten

Die Abnahme der Apione vom Knick zum Feldinnern hin ist für alle *Trifolium*-Arten typisch. Ähnliche Untersuchungen, bei denen von Gräben, Wegen und angrenzenden Feldern (wie z. B. Hackfrüchten) ausgegangen wurde, erwiesen nur geringe, mitunter fast gar keine Unterschiede, die Wohndichte war auch am Rande gering. Abgesehen von der Tatsache, daß die Apione und auch *Sitona* und *Phytonomus* zum größten Teil in den Knicks überwintern und daher von dort aus das Feld befallen, scheinen die Rüßler, besonders aber die Apione, jene „freistehenden Feldränder" sogar etwas zu meiden, da hier die Temperaturschwankungen und auch die Windwirkung stärker sind als im Feldinnern oder an den vom Knick geschützten Randteilen (Hirling 1949). Auch ist an den freien Feldrändern die Bodenfestigkeit größer und die Krumentiefe geringer, Tatsachen, die für manche Curculioniden z. B. *Otiorrhynchus ligustici* oder *Phytonomus punctatus* ungünstig sind.

Bei *Sitona* und *Phytonomus* zeigte sich im allgemeinen zwar ebenfalls eine Abnahme der Individuenzahl zum Feldinnern hin (Abb. 8). In vielen Rotklee- und Luzernefeldern waren aber die Vertreter dieser Gattungen in der Zone Rand bis Mitte und selbst Mitte in größerer Anzahl vorhanden als in der äußersten Randzone (Abb. 8). Besonders deutlich erwies sich dies bei *Phytonomus variabilis* Herbst in Luzerne-Kulturen. Die Ursache mag zum Teil vielleicht in Konkurrenzverhältnissen ihre Erklärung finden, da die Tiere bei Überbesiedlung der Randzonen durch die Apione mehr dem Feldinnern zustreben.

Die Verteilung der Rüsselkäfer im Biotop wird weiterhin durch Wuchshöhe und Dichte der Pflanzen beeinflußt. Die Dichte des Klee- oder Luzernebestandes, die von der Saattechnik und der Bodenfruchtbarkeit abhängt, beeinträchtigt wesentlich die Biozönose. Bei einem dichten Bewuchs ist nämlich die Bodenbeschattung stärker. Die Entwicklung der Rüsselkäfer wird dadurch verzögert. Demgegenüber werden die Tiere offenbar von Stellen dünnen Bewuchses angezogen, da diese sich stärker und schneller erwärmen. Jedenfalls wurden an solchen Stellen meistens eine größere Zahl

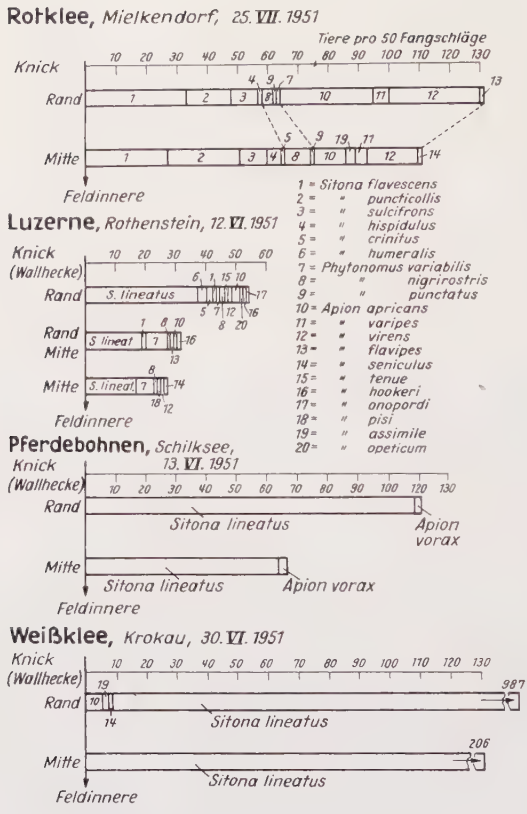


Abb. 8. Verteilung der Rüsselkäfer vom Rand bis zur Mitte verschiedener Leguminosefelder

von Rüßlern beobachtet als an dicht und zu eng bewachsenen Partien des Feldes. Nach amerikanischen Untersuchungen an der Luzerne (HAMLIN, LIEBERMANN u. a. 1949) erreichte bei dünnem Bewuchs durchschnittlich 30% und bei dichtem Stand etwa 11% der Wärme den Boden.

9. Tagesrhythmik und Witterung

Sehr viele Erscheinungen im Leben der Rüsselkäfer finden ihre Ursache und Erklärung allein in den Kräften, die von abiotischer Seite her einwirken, wie Temperatur, Feuchtigkeit oder Windbewegung. Sie wechseln bei den Leguminosen von Feld zu Feld und sind jeweils an die Eigenheiten der kultivierten Frucht gebunden. Die Tagesrhythmik ist bei den einzelnen Arten verschieden, ihre Beeinflussung durch die Witterung jedoch deutlich.

Phytonomus punctatus F. wurde tagsüber nur bei trübem und bedecktem Himmel beobachtet. Seine verborgene Lebensweise und seine Eiablage des Nachts und in der Dämmerung sind bekannt. Auch *Otiorrhynchus*-Arten (*ovatus* L., *raucus* F., *sulcatus* F.) wird nächtliche Aktivität zugeschrieben (BRITTON 1933). Über *Otiorrhynchus ligustici* L., *Sitona lineatus* L. und *S. griseus* F. besteht die Ansicht, daß sie im Frühjahr und Herbst mehr tagaktiv sind, im Sommer infolge der Sonnenwärme und Temperatur sich mehr des Morgens oder abends entfalten (MÜHLE-FRÖHLICH 1951, KLINKOWSKI 1949). Dies trifft für die Apione, *Sitona* und *Phytonomus* in Schleswig-Holstein nur sehr bedingt zu. Es wurden an Trifolien und *Medicago* diese Rüßler im Hochsommer an warmen Tagen sowohl am Morgen um 7 Uhr wie auch in den Mittagsstunden und abends um 21 Uhr angetroffen, zum Teil in großer Zahl. Andererseits wurde Anfang und Ende Juni und im Juli 1953 an sehr warmen Tagen in südlichen und östlichen Teilen Schleswig-Holsteins beobachtet, wie sich besonders *Sitona lineatus* L., *hispidulus* F., *crinitus* Herbst und *Phytonomus variabilis* Herbst in den heißen Mittagsstunden im Schlupfwinkel verzogen hatten und am Grunde des Pflanzenstengels oder zwischen den Krumen der Erdoberfläche saßen. *Phytonomus nigrirostris* F. und ein großer Teil der Apione suchten in den Sproßansätzen und zwischen den Blättern Schutz vor der Sonne. Die Hauptvertreter der Protapion-Gruppe (*apricans* Herbst, *assimile* Kirb. *varipes*

Germ., *flavipes* Payk.) verhielten sich dabei im allgemeinen gleich, während *Apion virens* Herbst nach meinen Beobachtungen am unempfindlichsten gegen die Sonneneinstrahlung zu sein scheint. — *Apion seniculus* Kirb. trat übrigens an Rotklee in Rußland (Moskauer Gvt.) besonders stark in trockenen und heißen Sommern auf (Trusov 1931).

Unter den Sitonen wichen an Klee *Sitona flavescens* Mrsh. und besonders *S. puncticollis* Steph. von dem Verhalten der anderen Arten ab. Sie sind mehr von Temperatur und Feuchtigkeit abhängig als der euryöke *Sitona lineatus* L. und wurden daher mit dem Kescher auf dem gleichen Feld bei Abständen von wenigen Tagen oft in sehr unterschiedlicher Anzahl gefangen.

Auf *Trifolium repens* L. ließ sich allgemein *Apion flavipes* Payk., der dort meistens in erstaunlichen Massen auftrat, wenig von starker Sonneneinstrahlung stören. Doch bei tieferen Temperaturen, schon um 12—14° C, nahm ihre Zahl in den Fängen beträchtlich ab.

Zum Schutz vor der Sonne bleiben die Sitonen an den Erbsen und Bohnen meistens an der Pflanze, sie zwängen sich in die Knospen oder zwischen die Blätter. Vielfach verbleiben sie auch an ihrem einmal gewählten Aufenthaltsort. Auf einem Lupinenfeld, dessen eine Hälfte ein hoher Knick stark beschattete, waren *Sitona griseus* F. und *Phytonomus arator* L. aber gerade in der Schattenzone nicht anzutreffen, während sie sich auf dem sonnenbeschienenen Feldteil angesammelt hatten. Auf vielen anderen Feldern war ebenfalls die Wärme- und Sonnenliebe von *Sitona griseus* F. und *Phytonomus arator* L. zu bemerken. In Nordamerika verlegt bei Beginn der heißen Sommerzeit *Sitona hispidulus* F. seine Aktivität und seinen Fraß an der Luzerne in die Nachtzeit bis 10 Uhr früh (Marshall und Wilbur 1934, Bigger 1930). Von dem Steinkleerüßler *Sitona cylindricollis* F. wird berichtet, daß er dort fast ausschließlich während der Nacht frißt (Drake 1944, Buchanan 1943). Ähnlich ist es bei *Phytonomus murinus* F. (Titus 1910), der in Schleswig-Holstein an Leguminosen nicht gefangen wurde. Auch aus der Ukraine liegen Veröffentlichungen vor, nach denen *Sitona lineatus* L. und *S. crinitus* Herbst besonders zu Nachtzeiten lebhaft sind.

Die direkte Wirkung der Niederschläge auf *Sitona-* und *Phytonomus-*Arten ist anscheinend gering. Während starken Regens suchten sie an ihren Fraßstellen Schutz unter den Blättern, erschienen aber wieder kurze Zeit nach dem Regen. Auch in Rußland blieb *Phytonomus variabilis* Herbst von schweren Frühjahrsschauern unberührt (Yakhantov 1933). Die Apione hingegen blieben nach meinen Beobachtungen nach Regengüssen längere Zeit verborgen, ausgenommen *Apion virens* Herbst. Auf einem Feld mit *Trifolium repens* L. und *Tr. hybridum* L. zog sich ganz kurz vor einem Gewitterregen — noch in der Schwüle — *Apion flavipes* Payk. zurück. Hierbei blieben die Tiere nicht an den oberen Teilen der Pflanze, sondern flüchteten zum Pflanzengrund. Im allgemeinen scheinen sich Regen und hohe Feuchtigkeit nicht sonderlich hemmend auf das Auftreten von *Apion* auszuwirken, da die Spitzmäuschenrüßler z. B. in Angeln in unmittelbarer Nähe der Ostsee oder an den seenahen Kögen der Westküste und der Insel Nordstrand vorkommen.

Bei den Untersuchungen in Schleswig-Holstein herrschten in den Jahren 1951 und 1953 recht unterschiedliche Temperatur- und Niederschlagsver-

hältnisse. 1951 kam das Frühjahr sehr spät, 1953 früh. Im Jahre 1951 war in den Monaten Mai und Juni der Niederschlag gering, dagegen recht hoch im Mai und Juni 1953. In beiden Jahren war der August der regenreichste Monat. Die Temperaturen lagen 1953 vom Mai bis August höher als im Jahre 1951. Höchste Temperaturen waren 1951 im August, 1953 im Juli zu verzeichnen.

1953 brachten die Monate Juni, Juli und August mehr Sonnenschein als 1951. In beiden Jahren herrschten im Juli recht günstige Klima- und Wetterverhältnisse, welche die Untersuchungen sehr förderten.

Die Wirkung des Windes hat auf die Rüsselkäfer nur geringen Einfluß. Im Schutze der Knicks und der Krautschicht werden die Käfer auf Leguminosefeldern wenig beeinträchtigt. Dichte und steife Leguminosebestände, wie z. B. Bohnen und Lupinen, setzen dem Wind mehr Widerstand entgegen und bieten den Käfern dadurch besseren Windschutz als junge Klee- und Luzernefelder. Ausschlaggebend ist jedoch vor allem die Bewuchsdichte und Pflanzenhöhe der Leguminosen. Kescherfänge, die auf Klee und Luzerne bei starkem Wind ausgeführt wurden, brachten noch gute Fangergebnisse. Trotzdem scheinen die Rüsselkäfer Gebiete, die ständig stärkeren Winden ausgesetzt sind, zu meiden. Nach ROSTRUP-THOMSEN (1931) sammelte sich *Apion flavipes* Payk. besonders an der windgeschützten Seite von Reutern an.

10. Vertikale Verteilung der Käfer im Bestand

Der bevorzugte Aufenthaltsort der Rüsselkäfer wird hauptsächlich von drei Momenten beeinflußt:

a) den bevorzugten Fraßstellen an der Pflanze (Blatt, Stengel, Knospenanlage),
b) dem Ort der Eiablage und Entwicklung,
c) den mikroklimatischen Verhältnissen.

Für die Untersuchungen stellte mir Dr. BONESS freundlicherweise die Rüsselkäfer zur Verfügung, die er in Fangfallen von der Bodenoberfläche im Rotkleefeld Schädtbeck und dessen Weißkleerand sowie in einem Luzernefeld bei Melsdorf erbeutet hatte (20. März bis 26. November 1953). Hieraus ergab sich ein Anhalt für den Aufenthalt der Tiere auf dem Boden (Tab. 5). Aus der Tabelle geht hervor, daß die *Apion*-Arten, außer *A. virens* Herbst, sich wenig am Boden fortbewegen. *Apion virens* Herbst wurde weit überwiegend im Frühjahr während der Besiedlung des Feldes gefangen, später — selbst zur Zeit der Massenentfaltung — nur noch spärlich. Zu den Arten, die nicht einmal im Bodenfangglas erbeutet wurden, gehören *Apion assimile* Kirb. und *A. apricans* Herbst. Unter den *Sitona*-Arten, die ebenfalls sehr zahlreich im Frühjahr, vereinzelt im Sommer und wieder etwas stärker im Herbst erschienen, waren im Rot- und Weißklee *Sitona flavescens* Mrsh. unverhältnismäßig stark, im Weißklee *Sitona puncticollis* Steph. ebenfalls zahlreich vertreten. FOLSOM (1909) beschrieb *Sitona flavescens* Mrsh. als Lichtflüchter. In Schleswig-Holstein wurde dieses Tier sowohl bei Nässe und trübem Wetter als auch bei Sonnenschein gefangen. Ausschlaggebend scheinen die Temperaturen zu sein, nach denen es sich richtet. — Ähnlich verhält es sich mit *Sitona puncticollis* Steph. in Schleswig-Holstein. Er wurde sowohl bei strömendem Regen von der

Krautschicht abgekeschert (über 30 Individuen, 50 Fangschläge, südwestlich von Flensburg) als auch bei Sonnenwetter. Allerdings wurde er seltener als *Sitona flavescens* Mrsh. am Boden gefangen. Bei einem Massenauftreten in der Nähe von Köln hielt sich der Käfer besonders an der Basis der Pflanze auf (Meyer 1941).

Tabelle 5. Vertikale Verteilung der Rüsselkäfer im Kleefeld (ausgedrückt in %-Werten)

	S. flavescens Msh.	*S. bispidulus* F.	*S. sulcifrons* Thunbg.	*S. puncticollis* Steph.	*S. lineatus* L.	*Ph. punctatus* F.	*Ph. nigrirostris* F.	*A. virens* Herbst	*A. flavipes* Payk.	*A. seniculus* Kirb.	*A. varipes* Germ.
Weißkleerand Bodenoberfläche	63,9	6,3	2,5	3,8	0,7	8,9	0,6	5,7	6,3	1,3	
Weißkleerand Krautschicht	8,7	4,0	1,0	0,4	0,6	0,3	—	14,7	60,5	9,7	0,1
Rotklee Bodenoberfläche	45,8	4,3	22,4	5,3	—	3,2	2,1	14,8	—	—	2,1
Rotklee Krautschicht	14,9	2,1	17,8	6,9	1,6	0,2	3,5	45,3	1,8	1,9	4,0

Die Vorliebe von *Phytonomus punctatus* F. für Bodennähe kommt in den Fallenfängen deutlich zum Ausdruck. *Phytonomus variabilis* Herbst war im Luzernefeld in den Fallen nicht stärker vertreten, als sein Anteil in der Krautschicht beträgt. Fast alle sonst im Feld vorkommenden Rüßler-Arten wurden gelegentlich auch am Boden erbeutet. Ihr Zahlenverhältnis — jeweils innerhalb der Gattungen verglichen — entsprach ungefähr dem in den Kescherfängen. Nur *Otiorrhynchus*-Arten blieben in den Fallenfängen wider Erwarten völlig unbedeutend.

11. Besiedlung kleinflächiger Leguminosebestände

Die Frage, ob ähnliche oder andere Verhältnisse der Curculioniden-Besiedlung auf kleinflächigen Leguminosebeständen vorliegen, konnte ich durch Auswertung von Biozönosefängen klären, die in der Biologischen Bundesanstalt in Kitzeberg bei Kiel in den Jahren 1936 bis 1939 auf Rotklee- und Luzerneparzellen durch Kescherfänge ausgeführt worden waren. Auf Rotkleeflächen (112 m^2 und 196 m^2) und auf Luzerneflächen (338 m^2 und 565,2 m^2) wurden damals von April bis November im Monat durchschnittlich 6—8 Kescherfänge zu je 20 Schlägen ausgeführt. Ich habe einige tausend Tiere aus diesen Fängen durchbestimmt.

Die Zusammensetzung der Arten und ihre Aspektfolge waren denen der großen Felder sehr ähnlich. Im Rotklee und in der Luzerne kamen alle Charakterarten vor. Die Biozönose wies in sich ein reines und geschlossenes Bild auf, da Arten, die sonst zufällig auf Grund ihrer eingesprengten Wirtspflanzen oder durch den Frucht- oder Zwischenfruchtwechsel und den Einfluß der Nachbarbiotope vorhanden sind, fehlten. An Rotklee traten

mit mehreren Individuen Arten auf, die in den größeren Feldbiotopen Ostholsteins sehr selten gefangen wurden, z. B. *Apion aestivum* Germ. und *A. nigritarse* Kirb. Dafür war *Apion seniculus* Kirb. seltener vorhanden. Ich vermißte auch *Apion pisi* F. und *A. tenue* Kirb. auf den Luzerneparzellen, doch dürfte dafür der schwere Boden im Versuchsgelände verantwortlich zu machen sein.

Die Abundanz einiger Rüsselkäfer war hoch. Sie überstieg mitunter die Individuendichte der Felder. Dabei ist zu berücksichtigen, daß in Kitzeberg jeweils nur zwanzig Kescherschläge je Fangserie ausgeführt worden waren. Die Ursache liegt erstens in dem Reinbestand der Parzelle, zweitens in der längeren Dauer des Leguminoseanbaues. Der Fruchtwechsel zwischen den verschiedenen Leguminosepflanzen auf den einzelnen, eng benachbarten Kleinflächen kann keinen wesentlichen Einfluß auf die Rüsselkäferfauna ausüben, da die Tiere jeweils auf diejenige Leguminosefrucht übersiedeln, die ihnen im Augenblick an Qualität und Alter am meisten zusagte.

Unter den Sitonen dominierten an Rotklee *Sitona lineatus* L., gefolgt von *S. sulcifrons* Thunbg., *S. hispidulus* F., an den sich *S. flavescens* Mrsh. anschloß. Bei der Luzerne führten *S. lineatus* L., *S. humeralis* Steph. und *S. hispidulus* F. Auffallend ist hier das zeitlich begrenzte überaus starke Auftreten dieser drei *Sitona*-Arten, besonders im September und Oktober, das die Individuendichte der Luzernekulturen der Felder weit überflügelte. Dies trifft vor allem für *Sitona hispidulus* F. (am 9. 9. 1938 allein 127 Individuen in zwanzig Kescherschlägen) und *S. humeralis* Steph. (am 9. 9. 1938 69 Individuen in zwanzig Schlägen) zu. Beide Arten wurden zusammen bei einer Fangserie erbeutet. Unter den Apionen war am Rotklee *A. apricans* Herbst stärker, *A. virens* Herbst meistens schwächer als in den Feldbiotopen vertreten. Dies ist bemerkenswert, da in Schleswig-Holstein in Monokulturen auf größeren Flächen meist *Apion assimile* Kirb. über *A. apricans* Herbst *dominierte*. Die übrigen Rüsselkäfer verhielten sich in ihrer Populationsdichte etwa entsprechend den Verhältnissen der großen Leguminosenfelder.

Es bestanden Unterschiede im Rüsselkäferauftreten in den Jahren 1936 bis 1939. Während 1939 die gesamte Rüsselkäferfauna nur sehr gering vertreten war, hoben sich 1937 und 1938 *Apion apricans* Herbst und *A. varipes* Germ. durch besonders zahlreiches Vorkommen von den übrigen Rüßlern hervor. Diese Schwankungen können jedoch kaum auf klimatische Gründe zurückgeführt werden, da die wichtigsten Komponenten — Temperatur und Niederschlag — in diesen Jahren keine extremen Unterschiede anzeigen. Vielmehr müssen auch hierfür die Standortsverhältnisse (Nachbarbiotope und Monokulturen) verantwortlich gemacht werden.

12. Vorkommen in anderen Lebensstätten

Das Massenauftreten der meisten Arten von *Apion, Sitona, Phytonomus* und *Otiorrhynchus* ist in erster Linie auf Leguminosefelder beschränkt. Sie finden hier durch die Anreicherung ihrer Futterpflanze sehr günstige Nahrungsverhältnisse.

Die Besiedlung dieser Kulturfelder findet durch die Leguminoserüßler von den ursprünglichen Standorten, häufig von Wiesen und Weiden her statt. Die Flora dieser beiden Grünlandflächen ist sehr mannigfaltig.

Durchschnittlich sind in jedem Bestand fünf bis acht Kleearten, die nicht mehr als 30—35% einnehmen, 12—15 Gräser und 35—45 andere Kräuter vorzufinden, die auf einem schweren, feuchten Boden mit hohem Grundwasserstand wachsen. Diese Verhältnisse beeinflussen das Erscheinungsbild der Rüsselkäfer. Nach Untersuchungen von Boness (1953) unterscheiden sich hierbei die vorkommenden Arten der Wiesen nicht wesentlich von jenen der Weiden. Die Rüsselkäfer sind sehr artenreich, aber zahlenmäßig — bis auf wenige Ausnahmen — gering vertreten. Mahd, Beweidung und besonders die verschiedenartige Zusammensetzung des Pflanzenbestandes lassen nur wenige Arten hohe Zahlenwerte erreichen. Jedoch war der größte Teil der Klee- und Wickenbewohner, wie sie in den Kulturfeldern erscheinen, vorzufinden. Unter den *Apion*-Arten überwogen *Apion virens* Herbst, *A. assimile* Kirb., *A. flavipes* Payk. und bei *Sitona S. flavescens* Mrsh. und *S. sulcifrons* Thunbg. Vor allem waren *Apion flavipes* Payk. und *virens* Herbst sowie *Sitona flavescens* Mrsh. sehr zahlreich vertreten. Einen großen Anteil nahmen dort ferner leguminosefremde Rüßler ein, die an Polygonaceen, Kompositen und anderen Familien auftreten. Hierzu gehören von *Apion* u. a. *curtirostre* Germ., *frumentarium* Payk., *violaceum* Kirb., *affine* Kirb., *onopordi* Kirb., *hookeri* Kirb., *ulicis* Forst und *laevigatum* Payk. Von den Leguminoserüßlern, die an Klee nicht vorkommen, waren *Sitona tibialis* Herbst, *Phytonomus rumicis* L. und *Ph. pedestris* Payk. vorhanden. *Apion loti* Kirb. (an *Lotus corniculatus* L.) war ebenfalls anzutreffen.

Neben Kulturfeldern der Wiesen und Weiden halten sich während der Vegetationsperiode nur wenige Rüsselkäfer an Leguminosepflanzen in den Knicks oder Böschungen der Feldränder auf. Bei Kescherfängen an diesen wurde nur ganz selten ein Rüßler erbeutet. Die große Mehrzahl der Tiere sucht im Frühjahr oder nach der Ernte eines Feldes Leguminoseflächen auf, in denen sie sich optimal entwickeln können. Daher sind Flecken oder schmale Streifen mit Wildleguminosen in der Nähe von Kulturbiotopen nur sehr spärlich befallen.

Die Wildleguminosen, z. B. die Klee-Arten, unterliegen zwar nicht dem Schnitt, aber im Laufe des Sommers verändern sie ihre Blattgewebe und ihre Stengel, so daß dann zumindest die neue Generation die Pflanzen verläßt und in günstigere Biotope zieht, gewöhnlich also auf Felder. Sie kehrt höchstens an diese Wildpflanzen im sehr zeitigen Frühjahr zurück, bevor die Großkulturen befallen werden. Die Verhältnisse liegen jedoch anders in Gegenden, in denen Trifolien nicht oder nur wenig angebaut werden, wie z. B. im mittleren Abschnitt von Süder- und Norderdithmarschen (Abb. 1). Die Tiere halten sich hier in nicht geringer Anzahl an den vieljährigen wilden Kleepflanzen auf. So wurden am 28. Juni 1953 auf sehr armem Sandboden bei St. Michaelisdonn auf einem sehr kleinen Naturbestand von Weißklee, der an einem Wege lag, mit zwei Kescherschlägen schon 14 Rüsselkäfer gefangen (9 *Apion flavipes* Payk., 1 *A. virens* Herbst, 2 *A. nigritarse* Kirb., 1 *A. curtirostre* Germ. und 1 *Sitona flavescens* Mrsh.). In der näheren oder ferneren Umgebung waren außer Hackfrucht, Getreideflächen und Heidevegetation keine Kultur- oder Wildleguminosen zu entdecken. — In einem anderen Falle wurden von einer Stelle mit Rot- und Weißklee an einem Wassergraben 10 Rüsselkäfer gefangen (5 *Apion assimile* Kirb., 1 *A. virens* Herbst, 1 *A. flavipes* Payk.,

2 *Sitona lineatus* L., 1 *Phytonomus nigrirostris* F.). Sehr ähnlich ist es auch bei anderen Leguminose-Arten.

Um das Eindringen der Rüßler in Stadtbezirke zu untersuchen, wurden im Juli und August 1951 Fänge in Kiel, Hamburg, Bremen und Berlin durchgeführt. Die Arten, die auf Flächen mit *Trifolium* oder *Medicago* auftraten, sind in Tab. 6 angeführt. Diese Grünflächen, die größtenteils inmitten der Stadtzentren lagen, werden im Jahr mehrfach geschnitten und ständig gepflegt. Das hat seine Einwirkung auf die Rüsselkäfer, jedoch traten die vorkommenden Arten mit einer gewissen Stetigkeit auf, so daß auch hier durchaus von einer Tiergemeinschaft gesprochen werden kann. In den Kleegrasgemischen waren Weiß-, Schweden-, Inkarnat- und andere Kleearten vertreten.

Die Rüsselkäferfauna dieser Flächen mit ihrem Übergewicht von *Apion virens* Herbst, *A. flavipes* Payk. sowie häufigem Auftreten von *Sitona flavescens* Mrsh. ähnelte sehr den Verhältnissen der Weidebiotope. Dies mag durch die ähnlichen bzw. gleichen Futterpflanzen, den häufigen Rhythmus des Schnittes, der dem Abweiden des Viehs auf der Weide entspricht, und durch das infolgedessen ähnliche Bestandesklima bedingt sein. Einige Charakterarten der Leguminosefelder, wie *Apion assimile* Kirb., *A. apricans* Herbst oder *A. seniculus* Kirb., fehlten in den Stadtflächen, die der Pflege und dem Schnitt unterliegen, ganz.

Auf den Klee- und Luzerneflächen der Stadt vermißte man ferner *Phytonomus variabilis* Herbst und *Sitona lineatus* L., die aber auf den größeren landwirtschaftlich genutzten Luzerneanbauflächen, die — wie in Berlin — noch inmitten der Stadt liegen (Stadtgutsbetrieb), auftraten. Die Ursache ist zweifellos in dem häufigeren Schnitt zu suchen.

Einzelne Fänge von Weiß- und Rotkleepflanzen, die in der Stadt auf Trümmergrundstücken, in Gärten und an Wegrändern wuchsen, zeigten, daß *Apion flavipes* Payk., *A. virens* Herbst, *A. apricans* Herbst, *A. assimile* Kirb. an diesen einzelnen Pflanzen vorkommen. Vermißt wurde besonders *Sitona sulcifrons* Thunbg. (monophag an *Trifolium pratense* L.), der nirgends in den Stadtzentren im Netz gefangen wurde. Fünfzig Kescherschläge auf einem Kleingartenstück (in Kiel) erbrachten drei *Apion aethiops* Herbst, 8 *Sitona lineatus* L. und als Durchzügler einen *Sitona puncticollis* Steph.

Im Vergleich mit Feldbiotopen ist die Wohndichte auf den Stadtflächen bedeutend geringer. Nur in zwei Fällen trat in Kiel *Apion virens* Herbst auf Kleegrasgrünflächen mit je 283 und 131 Individuen sehr stark auf (fünfzig Fangschläge), jedoch verblieb das Abundanzverhältnis der anderen Arten wie angegeben (Tab. 6).

Die Leguminoserüsselkäfer sind auch in Höhenlagen verbreitet. WAGNER (1940) fand z. B. *Apion apricans* Herbst und *A. assimile* Kirb. an *Trifolium pratense var. frigidum* Gaud. am Furka- und Klausenpaß in über 2000 m Höhe.

Eigene Untersuchungen wurden am 26. Mai 1953 auf einer Futterkleegrasfläche 796 m ü. M. bei Freudenstadt/Schwarzwald ausgeführt. Der Rotklee (35 cm hoch) dominierte über andere Pflanzen und Gräser des Bestandes (z. B. u. a. *Festuca-*, *Poa-*, *Agrostis*-Arten, *Ranunculus*, kleinwüchsige Kleearten wie Weißklee und viele wilde Wickenarten). Mit fünf-

zig Kescherschlägen, in der Feldmitte durchgeführt, wurde eine sehr große Zahl von Rüsselkäfern gefangen. Sie gliedern sich auf in:

Apion assimile Kirb.:	71
„ *apricans* Herbst:	38
„ *seniculus* Kirb.:	10
„ *virens* Herbst:	5
„ *flavipes* Payk.:	5
Otiorrhynchus fuscipes Ol.:	1
Sitona sulcifrons Thunbg.:	11
Phytonomus nigrirostris F.	20

Ähnlich wie im Flachland traten um diese Jahreszeit in der höheren und trockenen Lage *Apion apricans* Herbst und *A. assimile* Kirb. sowie *Phytonomus nigrirostris* F. sehr zahlreich auf. Auffallend sind hierbei die hohen Zahlenwerte von *Apion apricans* Herbst und *A. assimile* Kirb., die mit Reinbeständen des Flachlandes verglichen werden können, obwohl es sich hier um einen Mischbestand handelt. Die Wickentiere, wie *Apion vorax* Herbst und *A. aethiops* Herbst oder *Sitona crinitus* Herbst, traten nicht auf, obgleich im Biotop *Vicia*-Arten in Mengen vorhanden waren. Ebenso wurde ein Teil der sicheren Rotkleebewohner wie *Sitona flavescens* Marsh., *Apion varipes* Germ. und auch *A. aestivum* Germ. vermißt.

Tabelle 6. Vorkommen von Rüsselkäfern im Stadtbezirk (Kiel, Hamburg, Bremen und Berlin)

	A. flavipes Payk.	*A. virens* Herbst	*A. varipes* Germ.	*A. pisi* F.	*A. seniculus* Kirby	*A. assimile* Kirby	*A. apricans* Herbst	*A. viciae* Payk.	*A .curtirostre* Germ.	*A. marchicum* Herbst	*Ph. nigrirostris* F.	*Ph. plantaginis* DG	*Ph. punctatus* F.	*Ph. variabilis* Herbst	*S. flavescens* Mrsh.	*S. hispidulus* F.	*S. lineatus* L.	*S. humeralis* Steph.	*S. crinitus* Herbst	*S. lineellus* Bonst.
Kleeartengemisch und Gras — ohne Rotklee	4	4—5	+	—	—	—	—	—	—	—	1	+	—	—	3	1	1	—	—	
Kleearten und Gras mit Luzerne — ohne Rotklee	3—4	3	—	1	1	—	—	—	—	—	—	-	—	—	2—3	1—2	—	2	1	
Luzerne im landw. Anbau	+	1	—	1	—	+	+	+	+	+	—	—	1	1	+	1	1	2—3	2	+(?)

1 = 1—2 Individuen in 50 Fangschlägen
2 = 2—6 „ 50 „
3 = 6—10 Individuen in 50 Fangschlägen
4 = 10—20 „ 50 „
5 = 20 u. mehr Individuen in 50 Fangschlägen
+ = vorübergehend, in Einzelexemplaren (1—2 Individuen), kein Fraß an Hauptpflanze im Biotop.
— = kein Tier gefangen.

13. Überwinterung

Die Überwinterungsverhältnisse haben eine maßgebliche Bedeutung für das Auftreten der Rüßler in den jeweiligen Leguminosekulturen. Sie sind mitverantwortlich für den Massenwechsel und die Befallsstärke. Im Umkreis von Kiel (Flintbek, Lindhöft, Hohenschulen, Schädtbeck, Klausdorf, Schilksee usw.) wurden im Januar, Februar und März 1953 im Bereich der Leguminosefelder alle nur möglichen Überwinterungsplätze studiert und von diesen 33 Proben mit Hilfe von Berlesetrichtern untersucht.

Es war allgemein festzustellen, daß der größte Teil der Curculioniden in unmittelbarer Nähe ihrer Sommerbiotope oder in geringer Entfernung von diesen überwintert. Die Käfer werden vor allem durch den mehrjährigen Anbau von Klee oder Luzerne und durch die Winterzwischenfrüchte (z. B. Gemisch von Wicken und Roggen) veranlaßt, feldnahe Überwinterungsquartiere aufzusuchen.

Ein großer Teil der Rüsselkäfer — insbesondere die Gattung *Apion* — überwinterte in und an den Wallhecken, welche die Leguminosefelder umgrenzen (Tab. 7). Sie suchen Verstecke unter Laubstreu und anderen abgestorbenen Pflanzenteilen auf, oder sitzen tief versteckt in alten Grasbülten. Sowohl die Krone als auch die Seitenhänge des Knicks werden besiedelt. Hierbei spielt auch die Hangrichtung eine Rolle, da Stellen, die der durchschnittlichen Regen- und Windrichtung abgewandt sind, öfters eine stärkere Besiedlung aufwiesen (häufig Ost- und Südseite), wie es bereits TISCHLER (1948) festgestellt hat.

Die Knickkrone bietet sehr gute Überwinterungsplätze, vor allem, wenn sie in der Mitte vertieft ist. Hier wurden die Rüsselkäfer oft in ganzen Aggregationen angetroffen, die sich dichtversammelt und geschützt unter einer Laubstreulage befanden, z. B. am 24. Januar 1953 am Rotkleefeld in Flintbek (Temperatur um 14 Uhr = 2,7° C, entnommen einige Handvoll der Streuschicht):

Sitona lineatus L.:	*1;*	*Apion virens* Herbst:	8	
„ *crinitus* Herbst:	2;	„ *seniculus* Kirb.:	6	
		„ *aethiops* Herbst:	1	
Apion apricans Herbst:	3;	„ *hookeri* Kirb.:	2	(Kompositentier)
„ *varipes* Germ.:	7;	„ *laevigatum* Payk.:	1	„
„ *flavipes* Payk.:	99;	„ *curtirostre* Germ.:	1	(*Rumex*tier)

Bei allen Knicks fand sich *Apion varipes* Germ. in großer Menge, obwohl er sonst in der Krautschicht während der Vegetation zwar stetig, jedoch meist in geringer Zahl vorhanden war. Hier scheinen die Verhältnisse derart zu liegen, daß für diese Art allein Hecken als Überwinterungsplatz in Frage kommen, im Gegensatz z. B. zu *Apion virens* Herbst. Die Sohlen des Knickhanges, die in die Feldzone übergehen, wurden von den Curculioniden nur selten aufgesucht. Die Feuchtigkeit dieser Stellen, die auch durch das Herabrieseln des Schnee- oder Regenwassers am Knickhang hervorgerufen wird, sind offensichtlich zu ungünstig.

Hecken, Waldränder oder Böschungen werden nicht allein von den Rüsselkäfern besucht, deren Biotope direkt an diese Überwinterungshabitate angrenzen. Auch die Rüßler der Weiden oder Wiesen, die sich in der Nähe befinden, suchen solche Überwinterungsplätze gern auf, wie es sich vor allem bei dem auf Weiden häufigen *Apion flavipes* Payk. zeigte.

Nur wenig Rüsselkäferarten der Leguminosefelder überwintern allein an der Fraß- und Lebensstätte inmitten des Klee- oder Luzernefeldes. Ebenfalls findet man nur wenige Arten in gleicher Zahl im Knick wie auf dem Feld im Winterlager.

Zu den Tieren, die häufiger im Januar bis Anfang März direkt auf den Rot- und Weißkleefeldern vorgefunden wurden, gehören vor allem *Sitona flavescens* Mrsh. und *S. lineatus* L. sowie *Apion virens* Herbst und *A. flavipes* Payk. Entgegen der bisherigen Annahme überwintert *Sitona flavescens* Mrsh. auch als Imago und ist in Schleswig-Holstein während des Winters nicht allzu selten zu finden. Desgleichen überwintert *Apion apricans* Herbst an Knicks und ähnlichen Plätzen und — auf Grund aller Untersuchungen — nicht im Feld. Die Sitonen und Apione, die mehr im Feldinnern überwintern, sitzen am Wurzelhals oder im Herz der Kleepflanzen, während *Apion virens* Herbst in zwei Fällen am oberen Drittel der Wurzel, direkt neben bzw. an der Wurzelbahn gefunden wurde. Im Weißkleefeld bietet die dichte, von Gräsern geschlossene Vegetationsdecke günstige Winterquartiere, besonders für *Apion flavipes* Payk. Daneben genügt aber auch abgeernteter und den Winter über liegengebliebener Klee als Schutz. In mehreren Fällen hatten sich mitten im Rotkleefeld unter solchen abgestorbenen flachen Kleehaufen *Sitona hispidulus* F., *S. crinitus* Herbst, *S. lineatus* L. sowie *Apion assimile* Kirb. und *A. virens* Herbst versammelt, die an diesen Stellen ohne Zweifel den ganzen Winter zubrachten.

Ähnliche Beobachtungen wurden auch in Rußland gemacht. Dort befanden sich unter Kleehaufen bei durchschnittlichen Temperaturen von —1 bis —4° C *Sitona lineatus* L., *S. crinitus* Herbst und *S. tibialis* Herbst (Belyaev 1934).

In aufgesammelten Stoppel- und Pflanzenresten, die nur geringen Schutz bieten und lose verteilt auf dem Feld herumlagen, war nur ganz spärlich *Apion virens* Herbst vertreten.

Tab. 7 stellt die Überwinterung der Leguminoserüßler dar, soweit sie festgestellt werden konnte.

14. Erscheinen aus dem Winterlager

Das Erwachen der Käfer aus der Winterstarre und ihre ersten Lebensäußerungen sind sehr auf die Vorfrühjahrs- und Frühjahrstemperaturen abgestimmt. Die Temperaturen im Januar und Februar 1953 betrugen jeweils im Mittel 2,1 ° C; es herrschte um diese Zeit noch vollkommene Inaktivität unter den Rüsselkäfern. Steigende Temperaturen im März (Monatsmittel 8,2° C) brachten die ersten Rüßler zum Verlassen ihrer Überwinterungsplätze. Im Gegensatz zum Jahre 1953 traten 1951 die Leguminoserüßler erst 3—4 Wochen später in Erscheinung, da der März noch geringe Temperaturen (Monatsmittel 3,7° C) aufwies.

Das Erwachen und die beginnende Aktivität waren 1953 vom 17. März an deutlich zu beobachten, als die Temperaturen öfters und in kürzeren Tagesabständen die 10°-C-Grenze überschritten. *Sitona lineatus* L. und *S. flavescens* Mrsh. wurden am 17. März (Mittagstemperatur 12,3° C) auf einem zweijährigen Rotkleefeld in Bewegung beobachtet, ebenso am 20. März, zusammen mit *Sitona sulcifrons* Thunbg., *S. hispidulus* F., *Phytonomus nigrirostris* F., *Apion virens* Herbst und *A. seniculus* Kirb. Aus

Tabelle 7. Überwinterung der Leguminose-Rüßler

Arten	Ökolog. Gruppe*)	Habitat	Stadium
Otiorrhynchus ligustici L.	2	In Erdzellen (Larve) und Puppenwiege (Käfer) der Klee- und Luzernefelder (bis 50 cm tief)	Larve und Imago
Phytonomus punctatus F.	1	In Klee- und Luzernefeldern (Ei), ohne Winterruhe oder mit kurzen Ruhepausen auf dem Feld (Imago und Larve)	Ei, Larve und Imago
Ph. variabilis Herbst	2+3	In Verstecken des Luzernefeldes und seiner Randzonen, Böschungen, Dämmen und Streuschicht der Waldränder	Imago
Ph. nigrirostris F.	1+3	In Knicks (= Wallhecken), inmitten oder am Rand der Rot- und Weißkleefelder	Imago
Ph. rumicis L.	3	In Knicks nahe Rot- und Weißkleefeldern und in anderen Biotopen	Imago
Sitona lineatus L.	1, 2, 3	An Leguminosewurzeln (Larve), im Klee- und Luzernefeld (Imago), im Knick (Imago) und Streuschicht der Waldränder	Imago und Larve
S. sulcifrons Thunbg.	1, (2), 3	In Verstecken des Rotkleefeldes und der Hecken	Imago und Ei
S. hispidulus F.	1+(3)	In Verstecken der Rotklee- und Luzernestoppeln, am Feldrand	Imago und Ei
S. flavescens Mrsh.	1+(2)	In Verstecken des Rot- und Weißkleefeldes an den Pflanzen, an Leguminosewurzeln (Larve?)	Imago, Larve (?) und Puppe
S. puncticollis Steph.	1+(3)	In Verstecken des Rot- und Weißkleefeldes	Imago
S. crinitus Herbst	1+(3)	In Verstecken des Rot- und Weißkleefeldes an den Pflanzen und in Hecken	Imago
S. humeralis Steph.	1+(3)	In Verstecken des Luzernefeldrandes	Imago
S. griseus F. und *S. gressorius* F.	2+3	Auf dem Lupinen- und Serradellafeld, Streuschicht der Waldränder und Heideödland	Imago und Ei
Apion assimile Kirby	1+3	In Verstecken des Rotkleefeldes und in Hecken	Imago
A. flavipes Payk.	1, (2)+3	An Weißkleepflanzen im Feld und in Hecken	Imago
A. virens Herbst	1, 2+3	In und an Rot- und Weißkleepflanzen (am oberen Wurzelteil) im Feld, in Hecken	Imago
A. pisi F.	(1+3)	In Verstecken des Luzernefeldes	Imago
A. apricans, varipes, aestivum, nigritarse, seniculus, pubescens, aethiops, viciae, craccae	3	In Wallhecken und Böschungen am Rande der Rot- und Weißkleefelder, in Streuschichten der Waldränder	Imago

*) Ökologische Gruppen (nach TISCHLER, 1951):

1. Arten, die an oder in Klee- bzw. Luzernepflanzen (evt. Resten ders.) überwintern.
2. Arten, die im Boden des Klee- oder Luzernefeldes überwintern.
3. Arten, die als Winterquartier andersartige Biotope aufsuchen.

Winterlagern entnommene Proben der Knicks, Böschungen usw. erbrachten im letzten Märzdrittel nur noch vereinzelte Tiere, wie *Sitona lineatus* L., *Apion seniculus* Kirb. und *A. flavipes* Payk. — Am 26. März (Mittagstemperatur 18,6° C) hatte die Aktivität weiter zugenommen. In Hohenschulen wurden außer den schon erwähnten Tieren auf einem Rotkleeschlag in der Mitte des Feldes — 38 m vom Knick entfernt — *Sitona puncticollis* Steph., *S. flavescens* Mrsh., *S. lineatus* L. und *Apion virens* Herbst auf dem Boden laufend beobachtet. Zwei *Sitona hispidulus* F. wurden am Feldrand in Kopula angetroffen. — Ähnlich war es auf einem kleinen Luzernestück (zweijährig), auf dem sich *S. lineatus* L., *S. humeralis* Steph., *Phytonomus nigrirostris* F. und *Apion virens* Herbst zwischen und an den Luzernepflänzchen und Gräsern zeigten. Auf Klee und Luzerne waren die ersten frisch abgefressenen Blätter zu bemerken. 14 Tage später — am 12. April — wurden die angeführten Rüsselkäfer, die als erste „Vorboten" zu betrachten sind, in Hohenschulen in den Mittagsstunden (18,4° C) an Rotklee und Luzerne schon in etwas größerer Zahl angetroffen.

Die Sitonen hatten im Vorfrühjahr den größten Anteil unter den „Vorboten" im Gegensatz zu den Gattungen *Apion* und besonders *Phytonomus*. Allerdings mag bei *Apion* ins Gewicht fallen, daß sie sich auf Grund ihrer Kleinheit schwerer entdecken lassen.

An dieser Stelle sei auch erwähnt, daß die Rüsselkäfer sich schon bei der geringsten Berührung zu Boden fallen lassen und sich dann längere Zeit völlig starr verhalten, ein Umstand, der sich auf ihre Erfassung erschwerend auswirkt.

15. Aspektfolge der Käfer auf Luzernefeldern

Bei den landwirtschaftlich angebauten Luzerne- und Kleebeständen wird das Bild der Aspektfolge durch den Schnitt und die zwischenzeitliche Beweidung beeinflußt. Die ständigen Fänge werden dadurch auf Leguminosen mit ein- und mehrmalig unterbrochener Wuchshöhe ausgeführt, wodurch die Rüsselkäfer, ihrer Reaktion auf den Schnitt und den Pflanzenbestand entsprechend, verschieden erfaßt werden. Es entstehen dadurch Kurven, deren Gipfel zum Teil nur vorgetäuscht sind.

Von April bis November 1953 wurden gleichzeitig parallele Fänge auf zwei voneinander entfernten Feldern ausgeführt, von denen das eine bei Neuheikendorf, das andere bei Brüggerholz lag.

Als erste Rüsselkäfer, die den Frühjahrsaspekt einleiten, erschienen Mitte bis Ende April *Sitona lineatus* L., *Apion virens* Herbst (an Klee) und *Phytonomus variabilis* Herbst, die alle Mitte Mai als individuenreichste Arten ihren Gipfelpunkt erreichten. Mit der Zunahme der Krautschicht traten Anfang Mai *Sitona humeralis* Steph. und *hispidulus* F., und in geringer Zahl (Brüggerholz), Mitte Mai ein Teil der Kleerüßler *(Sitona sulcifrons* Thunbg., *Phytonomus nigrirostris* F., Protapione) und Wickenbewohner *(Sitona crinitus* Herbst, *Apion vorax* Herbst und *aethiops)* (Brüggerholz) auf. Im letzten Mai-Drittel nahm mit dem Beginn der Luzerneblüte die Besiedlungsdichte der gesamten Fauna wesentlich ab.

Der Vorsommeraspekt begann Anfang Juni zur Zeit der ersten Mahd. Die Altkäfer starben ab, und es wurden — vor allem Ende des Monats — Larven von *Phytonomus* und *Apion* zahlreicher vorgefunden.

Sitona lineatus L., *Apion virens* Herbst und *Phytonomus variabilis* Herbst traten spärlich oder gar nicht auf. Dafür erschienen erstmalig *Apion pisi* F., *A. tenue* Kirb. und *A. filirostre* Kirb. im Biotop (Brüggerholz). Die Protapione waren an der Luzerne in Brüggerholz zahlreich, in Neuheikendorf nur gering anzutreffen. Die Wickenrüßler kamen ab Juni nicht mehr zum Vorschein.

Während des Sommeraspekts (ab 1./2. Juli) schlüpften die ersten Jungkäfer von *Sitona lineatus* L. (Neuheikendorf), *Apion virens* Herbst (Brüggerholz), *Phytonomus variabilis* Herbst und *Ph. nigrirostris* F. (auf beiden Feldern) und strebten mit dem Beginn der zweiten Blüte ihrem neuen Gipfelpunkt zu. *Sitona humeralis* Steph. trat in der Krautschicht wiederum auf (Brüggerholz). Die Kleespitzmäuschen wurden mit Ausnahme von *A. virens* Herbst ab Mitte Juli für den Rest des Jahres nur noch vereinzelt gefangen.

Nach dem 2. Schnitt (22./23. Juli) charakterisierte den Hochsommeraspekt in Neuheikendorf das Massenvorkommen der neuen Generation von *Sitona lineatus* L., während in Brüggerholz *S. hispidulus* F. und *S. humeralis* Steph. stärker in Erscheinung traten. Sie erreichten am 27. August ihre größte Abundanz. *Phytonomus variabilis* Herbst und *Ph. nigrirostris* F. sowie *Apion virens* Herbst wurden in beiden Luzerneflächen von Anfang August bis zum November nicht mehr sehr zahlreich erbeutet.

Die Verhältnisse änderten sich nach der 3. Mahd im Spätsommeraspekt (September) nicht wesentlich. Die hohe Individuendichte von *Sitona lineatus* L. wurde allmählich geringer, während in Brüggerholz *Sitona lineatus* L., *S. hispidulus* F. und *S. humeralis* Steph. mit dem Erscheinen ihrer Jungkäfer an Zahl zunahmen.

Sitona hispidulus F. und *S. humeralis* Steph. wurden während des Herbstaspektes (ab Ende September) immer häufiger und erreichten am 21. September ihren Gipfelpunkt. Die übrigen Rüsselkäfer, wie *Sitona lineatus* L. (Neuheikendorf) traten nach der zweiten Oktoberhälfte in der Krautschicht geringer auf und suchten mit den übrigen Sitonen Anfang November ihre Überwinterungsplätze auf. Mit Ausnahme von *Apion virens* Herbst waren viele Spitzmäuschenrüßler schon im September nach ihren Überwinterungslagern abgewandert. Anfang November herrschte bei geringer Temperatur nur noch schwache Aktivität.

Die voneinander abweichenden Verhältnisse in den Luzernebeständen von Neuheikendorf und Brüggerholz lassen sich auf folgende Ursachen zurückführen:

a) Boden- und klimatische Unterschiede

Das Feld in Neuheikendorf besitzt schwereren Boden und ist durch die Nähe der Kieler Förde und seine offene Hanglage der Feuchtigkeit, dem Regen und den starken Nordwestwinden ausgesetzt. Demgegenüber ist der Boden in Brüggerholz leichter, und das Feld, das mehr im Innern des Landes liegt, ist durch den Schutz von zwei Hügeln und drei Knicks (= Wallhecken) den Witterungseinflüssen mehr entzogen. Deshalb treten hier die Arten auf, die trockene Standorte bevorzugen: *Sitona humeralis* Steph., *Apion pisi* F., *A. tenue* Kirb. und *A. filirostre* Kirb. Desgleichen ist *Sitona hispudulus* F. häufiger.

b) Feldzustand

Die Luzerne wurde in Neuheikendorf im Juni 1952 ohne Deckfrucht, dagegen in Brüggerholz im Frühjahr 1952 in Roggen als Unterfrucht angesät. Daher ist in Brüggerholz der Bestand teilweise — und fleckenweise gar nicht — aufgelaufen und weist eine stärkere Begrasung auf. Da die Überfrucht auf dem anderen Feld fehlte, besaß die Luzerne einen geschlossenen, dichten Bewuchs (keine Beschattung), der keine Fehlstellen, Unkräuter und die sie begleitenden Rüßler zuließ.

Die bis zur ersten Mahd durchgeführten Fänge auf dem Luzernestück mit weit gesätem Reihenabstand (Neuheikendorf) ergaben eine geringere Besiedlungsdichte als auf dem normal gedrillten Teil des Feldes. Die Ursache liegt wahrscheinlich in der Wuchshöhe der Pflanzen, die jeweils 10—15 cm geringer war als auf dem normal gedrillten Stück.

c) Einfluß der Nachbarbiotope

Der Biotop in Neuheikendorf war umgrenzt von Hackfrucht- und Gramineenschlägen und einer älteren Weidekoppel. Nur von dieser her wäre eine gewisse faunistische Beeinflussung möglich. In Brüggerholz schlossen sich an der knickfreien Seite zum Teil Erbsen, zum Teil ein Gemenge von Wicken und Roggen an die Luzerne an. Auf diesen Leguminosen waren im Frühjahr die Wickenrüßler sowie *Sitona lineatus* L. zum überwiegenden Teil abgewandert. Auf einem Randstück des Luzernefeldes war nach dem Versagen der Luzerne (anmooriger Charakter des Bodens) mit Kleesamen nachgesät worden. Von solchen Flecken breitete sich der Klee vereinzelt in das Luzernefeld aus. Das häufige Vorkommen der Kleerüßler ist auf diese Trifolien zurückzuführen.

16. Aspektfolge der Käfer auf Kleefeldern

Die Untersuchungen fanden von April bis August auf einem Rot- und Weißkleesamenfeld in Krokau sowie in Schädtbeck auf einem Rotkleegrasfeld und seinem etwa 10—12 m breiten umgebenden Weißkleegürtel statt. Diese Felder waren alle im Frühjahr 1952 im Getreide als Unterfrucht angesät worden. In Krokau wurden die Kescherfänge auf beiden Feldern im Abstand von etwa 8 m vom Knick, in Schädtbeck auf dem Rotklee im Abstand von etwa 5—10 m von der Weißkleegrenze entfernt durchgeführt. Mahd (Schädtbeck zwei Schnitte, Krokau ein Schnitt) und Beweidung (Weißkleesamenfeld, Krokau, im Mai) verzögerten mehrmals die Fangtätigkeit. In Schädtbeck kann infolge der relativ geringen Breite des Weißkleestreifens und der Begrenzung durch den Knick auf der einen und durch das große Rotkleefeld auf der anderen Seite dieser Bestand nicht mit den bisher untersuchten reinen und geschlossenen Weißkleefeldern gleichgesetzt werden.

Frühjahrsaspekt (April bis Ende Mai)

Bei dem Rotklee erschienen im Samenfeld zuerst *Apion virens* Herbst, *A. assimile* Kirb., *Sitona lineatus* L., im Kleegrasfeld *A. virens* Herbst, *S. sulcifrons* Thunbg. und *S. hispidulus* F. *Sitona hispidulus* F. trat auf beiden Feldern und *S. lineatus* L. auf dem Kleegrasfeld das ganze Jahr über nur gering auf. Mitte Mai erreichten die dominierenden Arten *A. virens*

Herbst, gefolgt von *A. assimilis* Kirb. und *A. apricans* Herbst (Samenfeld), sowie *A. virens* Herbst und *Sitona sulcifrons* Thunbg. (Kleegrasfeld) ihren Gipfelpunkt. Es erschienen auch stärker *Sitona flavescens* Mrsh., *Phytonomus nigrirostris* F., einige Protapione *(flavipes* Payk, *varipes* Germ.) sowie *S. sulcifrons* Thunbg. (Samenfeld) und *Apion assimile* Kirb. (Kleegrasfeld) in der jungen Krautschicht.

Auf dem Weißklee dominierte von Anfang an *Apion flavipes* Payk. und hatte Mitte Mai bereits hohe Zahlenwerte erreicht. Während im Mai *Apion virens* Herbst und *A. seniculus* Kirb., und in geringem Maße *Sitona flavescens* Mrsh. auf dem Samenfeld zu finden waren, kamen auf dem Weißkleestreifen der Häufigkeit nach *Sitona flavescens* Mrsh., *Apion virens* Herbst, *S. hispidulus* F. und *A. seniculus* Kirb. viel zahlreicher zur Entfaltung. *Phytonomus nigrirostris* F. war auf dem Kleesamenfeld im Mai häufig, auf dem Weißkleestreifen gering vertreten, und verblieb es auch für den Rest des Jahres. Die Rotkleebewohner *S. lineatus* L., *S. sulcifrons* Thunbg., *A. assimile* Kirb., *apricans* Herbst und *varipes* Germ. traten im Weißklee während der gesamten Vegetationsdauer nur ganz spärlich auf.

Ende Mai ging auf dem Rot- und Weißklee der Individuenreichtum der Fauna wesentlich zurück. Lediglich *Apion flavipes* Payk. (in beiden Weißkleeflächen) und geringfügig auch *Apion virens* Herbst nahmen zu.

Vorsommeraspekt (Ende Mai bis etwa 24. Juni)

Die Fauna besaß sowohl vor der Mahd (Mahd = 3. bzw. 13. Juni) als auch danach auf dem jungen Nachwuchs eine sehr geringe Aktivität und Populationsdichte. Dafür wurden die ersten Larven von *Apion* vorgefunden. Auf dem Rotklee waren *Apion virens* Herbst, die Protapione sowie *Phytonomus nigrirostris* F. nicht häufig vertreten oder fehlten. Dagegen zeigte der Weißklee Anfang Juni eine hohe Abundanz von *Apion flavipes* Payk. (Weißkleesamenfeld am 2. Juni 1953: 2575 Individuen, Weißkleestreifen am 3. Juni 1953: 314 Individuen). Ebenso erreichten hier *Apion virens* Herbst (Samenfeld) und *A. seniculus* Kirb., *Sitona flavescens* Mrsh., *S. hispidulus* F. und *A. virens* Herbst (Weißkleestreifen) Anfang Juni größte Individuendichte, die aber mit der Zunahme des Monats und unter dem Einfluß der Mahd zurücksank.

Sommeraspekt (etwa 24. Juni bis Ende Juli)

Der Aspekt zeichnet sich durch das Auftreten der neuen Generation von *Apion, Phytonomus* und *Sitona lineatus* L. aus. Es wurden nur noch vereinzelt sterbende oder tote Apione gefangen. Auf dem jungen Rotklee-Nachwuchs traten *Apion virens* Herbst (Kleegras- und Samenfeld) und *A. assimile* Kirb. (Samenfeld) stark, *A. apricans* Herbst (Kleegras- und Samenfeld) geringer hervor. Letzter erreichte zusammen mit *Phytonomus nigrirostris* F. am 16. Juli den Gipfelpunkt. Zu dieser Zeit trat mit dem Beginn der Rotkleeblüte *Sitona lineatus* L. (Samenfeld) auf und erreichte am 30. Juli mit einem Massenauftreten (über 200 Individuen) sein Maximum. Die anderen Rüßler *(S. flavescens* Mrsh., *A. seniculus* Kirb. und die übrigen Protapione) fanden sich nur vereinzelt in der Krautschicht.

Auf dem Weißklee kam es zu einem Massenerscheinen von *Apion flavipes* Payk., der zur Samenreife am 16. Juli (Mahd = 23. Juli) mit 50 Fangschlägen in 7860 Individuen gefangen wurde. Wesentlich geringer,

obwohl individuenreicher als bisher, waren *Phytonomus nigrirostris* F., *Apion virens* Herbst und *A. seniculus* Kirb. vorhanden. Die Besiedlungsdichte zeigte auf dem Weißkleestreifen bis zur II. Mahd (8. Juli) niedrigere Werte *Apion flavipes* Payk. und *A. virens* Herbst dominierten.

Hochsommeraspekt (August)

Im August erschien in der Krautschicht auf Rotklee der überwiegende Teil der neuen *Sitona*-Generation. Die Hauptarten waren hierbei im Samen- und Kleegrasfeld *S. flavescens* Mrsh., *S. sulcifrons* Thunbg. sowie *S. lineatus* L. Im Kleegrasfeld hoben sich in der Fauna auch die Jungkäfer von *Sitona puncticollis* Steph. stärker hervor, die bisher noch gering auftraten. Im Reinbestand des Rotklees kamen zur Zeit der Samenreife Mitte August Jungkäfer der Protapion-Gruppe, neben *assimile* Kirb. und *apricans* Herbst, vor allem *varipes* Germ. und *flavipes* Payk. häufiger vor. *A. apricans* Herbst und *A. virens* Herbst wurden auf dem Kleegrasfeld weniger vorgefunden. Auf dem Weißklee-Streifen waren vor der Weidenutzung während der Weißkleeblüte (7. August) *A. flavipes* Payk. im Abstand vor *A. virens* Herbst und *seniculus* Kirb. sowie geringer *Sitona flavescens* Mrsh. die Hauptarten im Bestand.

Spätsommeraspekt (Ende August bis Ende September)

Nach der Ernte der Kleefelder und dem Beginn der Weidenutzung wurden die Fänge je auf einem einjährigen Rot- und Rot-Schweden-Kleegrasfeld (Krokau, Schädtbeck) durchgeführt.

In beiden Kleefeldern war *Sitona sulcifrons* Thunbg. sehr zahlreich im ersten jungen Kleewuchs vorhanden, individuenärmer *S. flavescens* Mrsh., *A. virens* Herbst und *A. assimile* Kirb. Offensichtlich wanderte bereits jetzt der weitaus größte Teil der Apione in die Winterlager ab mit Ausnahme eines Teils von *A. virens* Herbst und *A. flavipes* Payk.

Herbstaspekt (Ende September bis Oktober)

Als absolut dominierende Art war *Sitona sulcifrons* Thunbg. zu betrachten. Zusammen mit *Sitona lineatus* L., *S. flavescens* Mrsh. und *Apion virens* Herbst suchte sie erst bei kühleren Temperaturen ihre Winterquartiere auf. Die stärkere Besiedlung von *Apion virens* Herbst (21. Oktober) läßt sich durch die Zuwanderung der Käfer von dem Nachbarbiotop (Umbruch des Kleefeldes) erklären.

Während der Aspektfolge war deutlich ein verschiedenes Auftreten der Rüßler nach Art und Zusammensetzung des Kleebestandes zu erkennen. Im Vergleich der Kleegrasfläche mit dem Reinbestand des Kleesamenfeldes kommt wiederum zum Ausdruck, daß die Rüsselkäfer in Monokulturen wesentlich günstigere Entwicklungsverhältnisse vorfinden. Während im Samenfeld des reinen Rotklees *Sitona lineatus* L., *Apion virens* Herbst und *A. assimile* Kirb. die beherrschende Stellung besaßen (jede Art mit etwa 100 bis 200 Individuen), wurde sie im Rotkleegrasfeld von *Sitona sulcifrons* Thunbg. und *Apion virens* Herbst eingenommen (beide Arten nicht über 40 Individuen). Die Hauptarten der *Protapion*-Gruppe traten im Kleegrasfeld ebenfalls nur vereinzelt auf. Auf beiden Rotkleeflächen war die geringe Zahl von *Sitona hispidulus* F. und *Apion seniculus* Kirb. auffallend. *Sitona puncticollis* Steph. wurde nur im Kleegrasfeld vorgefunden.

Bei den Weißkleeflächen ergaben sich bedeutende Unterschiede durch das Fehlen von *Phytonomus nigrirostris* F. auf dem Weißkleegrasstreifen gegenüber dem Samenfeld. Desgleichen wiesen im Reinbestand (Samenfeld) die Weißkleespitzrüßler eine acht- bis neunmal so hohe Abundanz auf als im Weißkleestreifen. Die Wohndichte von *Apion flavipes* Payk. war zwar in den Mischkulturen geringer, jedoch überragte sie auch dann noch weit die Besiedlungsdichte in anderen Kulturen.

17. Einfluß der Mahd

Bei den Leguminosen, für die der erste Schnitt gleichzeitig die letzte Ernte und Beendigung der Vegetation darstellen, wie z. B. bei Erbsen oder Lupinen, tritt meistens eine Abwanderung der Rüsselkäfer ein. Anders liegen jedoch die Verhältnisse bei Klee und Luzerne, wo die Käfer nach dem Schnitt in relativ kurzer Frist frische, junge Nahrung an den nachwachsenden Pflanzen finden, so daß ihre Bleibe auf dem Feld ermöglicht wird.

Die Lebensbedingungen liegen nach der Mahd für die Rüsselkäfer allerdings zunächst ungünstig. Die Tiere sind der Witterung und den Temperaturschwankungen ausgesetzt und suchen unter liegengebliebenen Pflanzenteilen und an den Stoppeln der abgeernteten Leguminosen Schutz. Zur Klärung der Frage, ob dies für alle Rüsselkäfer zutrifft, wurden bei der Mahd von Klee und Luzerne Teile des Feldes vom Schnitt verschont. Der Einfluß der Mahd hob sich besonders auf einem zweijährigen Rotkleefeld in Krokau hervor (Tabelle 8). Der 13. Juni war der Tag der Rotkleemahd. Am 17. Juni wurden auf einem von dem Schnitt unberührt gebliebenen Teil die üblichen 50 Kescherschläge durchgeführt. Dieser größere Flecken befand sich an dem Teil des Biotops, an dem auch sonst die Fänge stattfanden. Das zahlreiche Auftreten von *Apion* und ganz besonders die Populationsdichte von *Apion assimile* Kirb. mit 111 Individuen — das 3½fache gegenüber dem letzten Fang vor der Mahd und 5½fache gegenüber dem 15 cm hohen Nachwuchs — hebt sich besonders deutlich hervor (Tabelle 8). Die Apione wandern also größtenteils auf den noch vorhandenen Rotklee über und sammeln sich dort an. Mit dem Nachwachsen des jungen Rotklees gleichen sich die Verhältnisse mehr aus, da ein Teil der Apione dann zurückwandert.

Apion virens Herbst siedelte zwar ebenfalls zum überwiegenden Teil nach dem verschonten Kleestück über, jedoch verblieben hier viele Käfer auf dem gemähten Feld. Häufig war die Art nach dem Schnitt zwischen abgeernteten Kleeresten und Stoppeln an der oberirdischen Pflanzenbasis zu bemerken. Diese Verhältnisse trafen ebenfalls für die wilden und durch Samenverwehung verbreiteten Kleepflanzen in den Luzernebiotopen zu, wo sich die Apione an verschont gebliebenen einzelnen Kleepflanzen ebenso wie an Feldrainen in großer Anzahl versammelt hatten. Da *Apion virens* Herbst und *A. seniculus* Kirb. einen Teil ihrer Entwicklung an der untersten Pflanzenbasis, im Stengelgrund, Wurzelhals und Sproßkegel durchmachen (ANDERSEN 1932, BOVIEN und JØRGENSEN 1934), scheinen sie durch den Pflanzenschnitt nicht stark beeinflußt zu werden.

Bei *Sitona*- und *Phytonomus*-Arten drückt sich das Überwandern auf stehengebliebene Leguminosepflanzen nicht so deutlich aus. Einesteils ist dies darauf zurückzuführen, daß sich die Tiere zur Schnittzeit oftmals im

Larven- oder Puppenstadium befinden. Andererseits verbleiben sie tatsächlich an den Stellen ihres früheren Fraß- und Lebensbereiches, bis sie nach der relativ kurzen Zeit an dem jungen Nachwuchs neue Nahrung finden. Dies war an mehreren Klee- und Luzernefeldern zu beobachten. Das Verhalten und zahlenmäßige Auftreten von *Sitona-* und *Phytonomus*-Imagines wurde durch die Mahd nicht wesentlich beeinflußt.

Die Verhältnisse änderten sich jedoch auf einem kleinflächigen Feld. In Kitzeberg b. Kiel wurde 1938 Luzerne während der Vegetation auf einer Versuchsparzelle stets an zwei Stellen zu verschiedenen Zeiten abgemäht. Nach jedem Schnitt war auf dem anderen gerade nachwachsenden Stück eine deutliche Zunahme, hierbei besonders der Sitonen *(S. lineatus* L., *S. hispidulus* F., *S. humeralis* Steph.) zu erkennen. Es wird dadurch deutlich, daß im Kleinbiotop die Sitonen nach dem Schnitt ebenfalls auf den verschonten Bestand abwandern im Gegensatz zu den Beobachtungen, die auf den großen Feldern gemacht wurden.

Otiorrhynchus ligustici L. scheint auf den Feldern als Imago von der Mahd ebenfalls nicht stark beeinflußt zu werden (Mühle-Fröhlich 1951). Er verbleibt so lange in

Tabelle 8. Auswirkung der Mahd (Rotklee, bezogen auf 50 Fangschläge)

	S. sulcifrons Thunbg.	*S. lineatus* L.	*S. flavescens* Mrsh.	*Ph. nigrirostris* F.	*A. assimile* Kirby	*A. apricans* Herbst	*A. varipes* Germ.	*A. flavipes* Payk.	*A. virens* Herbst	*A. aestivum* Germ.	*A. nigritarse* Kirby	*A. viciae* Payk.	*A. aethiops* Herbst	*A. hookeri* Kirby	*A. opeticum* Bach	Wuchshöhe in cm
10. Juni 1953 Rotklee vor dem Schnitt	1	1	—	3	31	3	2	6	18	—	—	—	—	1	—	70
17. Juni 1953 von er Mahd verschont	2	4	1	—	111	22	6	7	12	1	1	1	1	3	—	80
24. Juni 1953 nachgewachsener Rotklee	1	—	—	—	20	3	—	3	3	1	—	—	—	—	—	15
1. Juli 1953 von der Mahd verschont	1	1	—	—	65	36	—	2	3	—	—	—	1	1	2	80
1. Juli 1953 nachgewachsener Rotklee	—	—	—	—	16	3	—	—	24	—	—	—	—	—	—	30

seinem Biotop — Luzerne oder Klee —, bis das Feld durch Kulturmaßnahmen, wie z. B. Umbruch, seinen bisherigen Charakter verliert.

Die Mahd der Überfrucht von einjährigen Klee- und Luzernekulturen lockt viele Rüsselkäfer an. Die Käfer finden an den jungen Pflanzen mit der zarten, jungen Epidermis günstige Bedingungen für die Eiablage vor, und auch die Larven treffen ihre Entwicklung fördernde Verhältnisse an. *Apion virens* Herbst — wahrscheinlich auch ein Teil der anderen Rüsselkäfer — ist im Herbst mit seinem Auftreten sehr gut auf die Ernte- und Reifezeit der Überfrucht abgestimmt, wie z. B. bei Winterroggen (WERNECK 1930, ANDERSEN 1932). Sie wandern von zweijährig abgeernteten Kleefeldern auf die einjährigen Biotope über.

An dieser Stelle ist noch zu erwähnen, daß bei meinen Untersuchungen das Auftreten der Imagines gerade zur Mahd meistens gering war, da die Tiere sich während dieser Zeit zum großen Teil in einem Jugendstadium befanden.

18. Biotopwechsel

Die Abwanderung der Rüsselkäfer in entfernter liegende oder Nachbar-Biotope wird meistens durch zwei Faktoren ausgelöst:

a) durch den Schnitt und den damit hervorgerufenen Mangel an frischen, grünen Fraßpflanzen;
b) durch Überbevölkerung.

Abb. 9 stellt die Abwanderung von Rüsselkäfern in andere Kulturbiotope dar. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist — mit Ausnahme weniger Arten — auf die Beobachtungen und Untersuchungen in Schleswig-Holstein in den Jahren 1951 und 1953 aufgebaut.

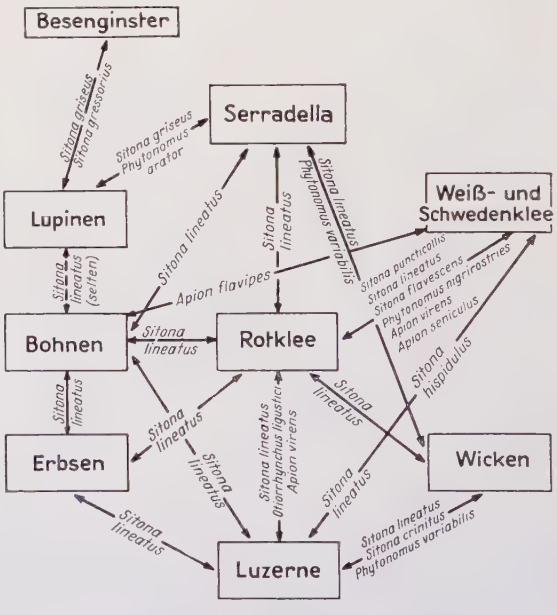


Abb. 9 Biotopwechsel bei Leguminoserüßlern

Es ist zu erkennen, daß *Sitona* — besonders *S. lineatus* L. — am häufigsten in andere Felder überwechselt. Durch Fraßlust, Laufgeschwindigkeit, Vermehrungsquote u. a. ist seine Aktivität im Frühjahr besonders stark. Dies ist auch im Spätsommer und Herbst der Fall gegenüber den Apionen, die zum größten Teil schon recht früh ihre Winterquartiere aufsuchen.

Sitona lineatus L. wandert häufig in Mengen. Die Qualität und das Alter der Pflanzen scheinen dabei eine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Der Käfer siedelt im Frühjahr von Luzerne auf Erbsen und Bohnen über und nach dem Schnitt dieser Pflanzen wieder auf die Leguminosen der

Nachbarbiotope. Dies ist sehr gut zu beobachten, da die Luzernefelder häufig angrenzen oder in geringer Entfernung liegen. Ähnlich — wenngleich weniger ausgeprägt — verhält es sich bei anderen Sitonen. Die Wanderungen werden mit einem längeren Aufenthalt nur an den bevorzugten Nährpflanzen unterbrochen, und erst, wenn diese nicht vorhanden sind, werden andere Arten befallen. So liebt *Sitona crinitus* Herbst in erster Linie Linsen (Ulaskevich 1935). Da diese jedoch in Schleswig-Holstein nicht angebaut werden, ist er hier auf Wicken zu finden. Nach der Wickenmahd wandert er dann auf Luzerne, Rotklee oder auch gern auf Seradella über. Die Verhältnisse konnten z. B. sehr gut in Siezbüttel studiert werden. Dort grenzten ein Lupinen-, Serradella- und Rotkleefeld aneinander. Nach der Rotkleemahd trat dann das charakteristische Überwechseln auf. Neben *Sitona lineatus* L. hatten sich besonders *Sitona griseus* F. und *Phytonomus arator* L. auf Serradella versammelt. Im Gegensatz zu der älteren, abgeblühten Lupine bot die noch recht junge Serradella ein bedeutend besseres Futter. Auf Rotklee hielten sich — neben den Apionen — nur wenige *Sitona*-Arten und *Phytonomus nigrirostris* F. auf. — *Sitona griseus* F. und *S. gressorius* F. gehen nach der Lupinenmahd auf Sarothamnus scoparius als Behelfsnahrung über (Andersen 1938). Auf den sandigen Böden des Mittelrückens war der Besenginster in der Heidevegetation am Rand der Serradella- und Lupinenfelder häufig zu bemerken.

Nach verschiedenen Autoren legt ein Teil der Sitonen den Weg in die Nachbarbiotope im Flug zurück, z. B. *Sitona lineatus* L. In Schleswig-Holstein habe ich ebenfalls fliegende Rüsselkäfer beobachtet. Aus den USA. ist bekannt, daß *Sitona hispidulus* F. und ganz besonders *Sitona cylindricollis* F. flugaktiv sind (Bigger 1930, Bird 1947). Ähnlich verhält es sich mit *Phytonomus variabilis* Herbst.

Liegen zwei verschiedene Leguminosefelder, die beide noch ungeschnitten sind, dicht aneinander, so verteilen sich die Rüsselkäfer je nach der bevorzugten Wirtspflanze und dem Zustand der Pflanzen. Sagt die Qualität und Beschaffenheit der Pflanzen nicht mehr zu, so wandern eine oder mehrere Arten auf den Nachbarbiotop, falls der Bestand dort jünger und den Tieren zusagender erscheint. Dies trat bei *Phytonomus nigrirostris* F. (zwischen Rot- und Weißklee), *Ph. variabilis* Herbst (zwischen Wicken und Luzerne) und Sitonen (z. B. *S. puncticollis* Steph. zwischen Rot- und Weißklee) ein. Ähnlich war es auch in Schädtbeck zu erkennen: *Sitona flavescens* Mrsh. wanderte mit dem Beginn der Weißkleeblüte (31. Juli) zahlreich vom Weißklee auf den Rotklee über. Ebenso hielt sich *Sitona hispidulus* F. stärker auf dem Weißklee als im angrenzenden Rotkleefeld auf. Sehr charakteristisch kommt der Biotopwechsel auch bei *Apion* (*A. virens* Herbst, *seniculus* Kirb., *flavipes* Payk., weniger bei *A assimile* Kirb.) zwischen Rot- und Weißklee zum Ausdruck. Bei *Apion flavipes* Payk. konnte 1951 z. B. in Krokau bei zwei aneinandergrenzenden Rotklee- und Weißkleefeldern (= Reinbestände) mit Kescherfängen die Abnahme der Besiedlungsdichte von *Apion flavipes* Payk. festgestellt werden, je weiter man sich im Rotkleefeld befand. Dieses Verhältnis änderte sich jedoch, als der Weißklee älter geworden war und *A. flavipes* Payk. mit dem Erscheinen der neuen Generation an Zahl zugenommen hatte. Die Beschaffenheit des Weißklees und möglicherweise die Überbevölkerung veranlaßten einen Teil der

Apione, mehr und mehr auf den bereits geschnittenen jungen Rotkleebestand überzugehen.

Wird von zwei benachbarten Kleeschlägen das eine Feld gemäht, so wandern die Tiere auf den Nachbarschlag ab. War dieser jedoch auch schon abgeerntet, so wanderten die Rüsselkäfer, ganz besonders aber *Apion flavipes* Payk., nicht oder selten auf den niedrigen Weideklee, sondern traten, wie es in Krokau häufiger der Fall ist, teilweise in Massen an Bohnen auf.

Es muß festgestellt werden, daß die Rüsselkäfer der Leguminosen im allgemeinen nur bei absolutem Nahrungsmangel auf andere Pflanzenordnungen übergreifen, wie es z. B. von *Otiorrhynchus ligustici* L., *Sitona lineatus* L., *S. puncticollis* Steph., *Apion aestivum* Germ., *A. assimile* Kirb., *A. apricans* Herbst, *Phytonomus variabilis* Herbst und anderen bekannt geworden ist. Tritt Nahrungsnot ein, so werden zuerst Leguminosen der nicht bevorzugten Arten befallen und dann erst Kompositen, Umbelliferen u. a. heimgesucht.

19. Zahlenverhältnis der Geschlechter

Untersuchungen über das Zahlenverhältnis im Auftreten der Geschlechter wurden bei *Apion apricans* Herbst, *A. assimile* Kirb., *A. varipes* Germ. und *A. seniculus* Kirb. an Rotklee, bei *Phytonomus arator* L. an Serradella durchgeführt. Um zeitlich begrenzte Einwirkungen weitgehend auszuschalten, wurde das Geschlechterverhältnis aus einer möglichst großen Anzahl von Fängen ermittelt. Derartige Einwirkungen können z. B. unterschiedliche Entwicklungszeit der Geschlechter oder Nahrungsmangel sein. So leben die Männchen von *Sitona lineatus* L. bei Nahrungsnot kürzer, während sich die Weibchen als widerstandsfähiger erwiesen (ANDERSEN 1934).

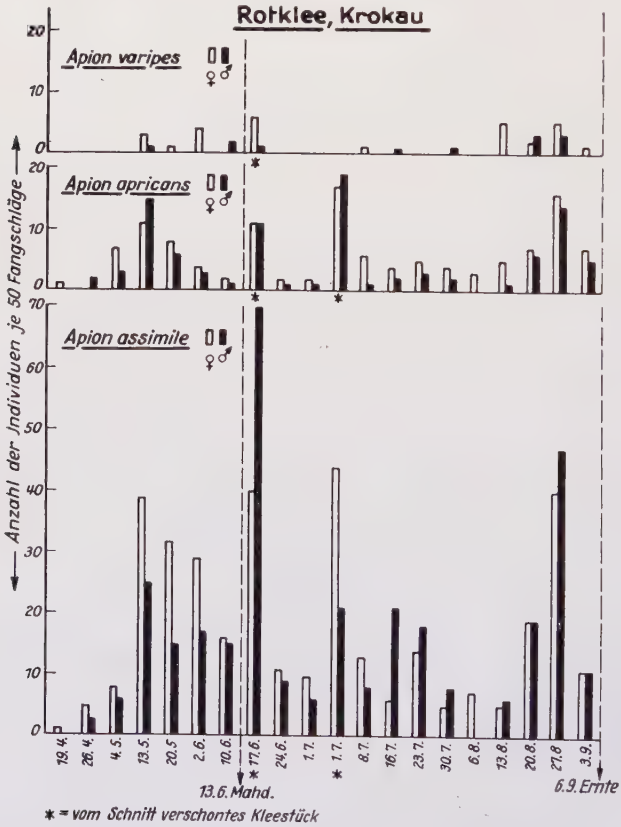


Abb. 10. Geschlechterverhältnis einiger Apion-Arten (April-Sept. 1953)

Das Geschlechterverhältnis von *Apion apricans* Herbst, *A assimile* Kirb. und *A. varipes* Germ. wurde innerhalb eines Rotkleefeldes im

Laufe der Vegetationszeit verfolgt (Abb. 10). Das Verhältnis für diese Zeit (April bis September) war für:

Apion apricans Herbst ♀ : ♂ = 10 : 7
„ *assimile* Kirb. ♀ : ♂ = 7 : 6
„ *varipes* Germ. ♀ : ♂ = 7 : 3

Bei *A. assimile* Kirb. ist im Juli eine Dominanz der Männchen über die Weibchen zu erkennen. Dies war auch bei vielen anderen Fängen auf Rotklee zu beobachten, bei denen — je nach der Entwicklung — die *A. assimile*-Männchen im Juni oder Juli überwogen. Während sich auch *A. apricans* Herbst und *A. varipes* Germ. bei den drei Fangserien am Feldrand, zur Mitte hin und in der Mitte eines Biotops in bezug auf ihren Sexualindex ungefähr gleich verhielten, veränderte sich dieser oftmals bei *A. assimile* Kirb. (Abb. 7). So waren mitunter am Knickrand doppelt so viele Weibchen wie Männchen, in der Zone Rand bis Mitte oder Feldmitte dagegen die Männchen überwiegend. Im allgemeinen blieb bei anderen Fängen das Geschlechterverhältnis dieser drei Protapione wie oben angegeben. Die Weibchen waren stets stärker als die Männchen vertreten.

In den kleinflächigen Rotkleebeständen der Biologischen Bundesanstalt in Kitzeberg bei Kiel ergab sich für 1936 (April bis Oktober) und 1937 (April bis August) für die drei Protapione folgendes Verhältnis (ein Fang = zwanzig Kescherschläge):

1936, 32 Fänge,	*A. apricans* Herbst	♀ : ♂	= 9 : 5
1937, 22 „ ,	„	♀ : ♂	= 8 : 3
1936, 24 „ ,	*A. assimile* Kirb.	♀ : ♂	= 3 : 2
1937, 14 „ ,	„	♀ : ♂	= 4 : 1
1936, 9 „ ,	*A. varipes* Germ.	♀ : ♂	= 5 : 1
1937, 20 „ ,	„	♀ : ♂	= 5 : 2

Für Schleswig-Holstein habe ich weiterhin auf Rotklee von Mai bis Oktober 1953 das Geschlechterverhältnis bei *Apion seniculus* Kirb. ausgewertet. Das Verhältnis ergab bei 39 Fängen ♀ : ♂ = 4 : 3.

Desgleichen wurde der Sexualindex von Juni bis August von *Phytonomus arator* L. auf Serradella untersucht. Bei zwanzig Fängen lag das Verhältnis ♀ : ♂ = 3 : 5. Im Gegensatz zu den vier *Apoin*-Arten überwiegen hier also die Männchen.

Kaufmann (1939, 1941) hatte für *Phytonomus variabilis* Herbst ein Verhältnis von ♀ : ♂ = 1 : 1, bei *Ph. punctatus* F. ein solches von 1 : 2 festgestellt. Über das Geschlechterverhältnis bei *Otiorrhynchus ligustici* L., der sich auch parthenogenetisch fortpflanzt, ist bekannt, daß über 90% der Käfer Weibchen sein können (Müller 1938). Es wird jedoch angenommen, daß nach Jahren der Parthenogenese auch Jahre auftreten, in denen Männchen und Weibchen wieder im normalen Verhältnis vorkommen (Lehmann-Klinkowski 1942).

Weiterhin wurde das Zahlenverhältnis der Geschlechter von Rüsselkäfern aus zehn Überwinterungsproben der Umgebung Kiels bestimmt. Es handelt sich hierbei um *Apion assimile* Kirb., *A. apricans* Herbst und *A. varipes* Germ.:

Apion assimile:	100% ♀,	keine ♂
„ *apricans:*	27,3% ♀,	72,7 ♂
„ *varipes:*	41,2% ♀,	58,8 ♂

20. Regionale Verbreitung in Schleswig-Holstein in Abhängigkeit von Boden und Klima

Der Boden wirkt auf die Rüßler einerseits indirekt über den Pflanzenwuchs, der, je nach der Bodenfruchtbarkeit unterschiedlich entwickelt, die Tiere mehr oder minder anzieht. Doch hängen auch Bodentemperatur und -feuchtigkeit von der Art des Untergrundes ab. Die Bodentemperatur z. B. beeinflußt das Erscheinen des *Otiorrhynchus ligustici* L. Die Rolle der Bodenfeuchtigkeit ging aus Fängen hervor, die auf einem Rot-, Gelb- und Weißkleegrasgemisch auf moorigem, nassem Boden durchgeführt wurden. Von den *Apion*-Arten waren hier lediglich *A. virens* Herbst, *A. seniculus* Kirb. und *A. flavipes* Payk. reichlich vorhanden, während *Sitona flavescens* Mrsh. und *S. hispidulus* F. erst an den trockeneren Randstücken auftraten. *Phytonomus rumicis* L. soll ebenfalls durch hohe Bodenfeuchtigkeit angezogen werden (CHAMBERLIN 1933). Bei langjährigem Leguminoseanbau kann die Bodenfeuchtigkeit — je nach Bodenart und -typ — zum Minimumfaktor werden und damit wiederum ungünstige Verhältnisse für einige Rüsselkäfer schaffen.

Unterschiede im Auftreten sind daher auch auf schweren oder leichten Böden zu erkennen. In schweren Böden wird, wie bei *Otiorrhynchus ligustici* L. (PALM, LINCOLN und WYLIE 1938), die Entwicklung der Käfer verzögert; ebenso liegen die Verhältnisse bei *Sitona cylindricollis* F. auf Lehmboden (BIRD 1947). Eine Abhängigkeit vom Boden scheint auch bei *Sitona humeralis* Steph., *Apion pisi* F., *A. tenue* Kirb. und *A. filirostre* Kirb. vorzuliegen, da sie nur auf leichteren Böden auftraten. Auf drei über das ganze Jahr 1953 immer wieder besuchten Luzernefeldern war *Sitona humeralis* Steph. ständig auf den Feldern mit leichterem Boden vertreten (Brüggerholz und bei Melsdorf), während auf der Luzerne, die auf schwererem Boden wuchs (Neuheikendorf), nur ein Exemplar während der ganzen Vegetationsperiode zu finden war. Es soll hier jedoch ein Einfluß des Klimas nicht abgesprochen werden, da sich das Feld in größerer Nähe zur Ostsee befand als die Felder bei den anderen Fängen. — Eine starke Bevorzugung leichten, trockenen und sandigen Bodens haben nach meinen Beobachtungen wahrscheinlich auch *Phytonomus arator* L. und — in stärkerem Maße — *Sitona griseus* F. Hierbei war das Auftreten von *Phytonomus arator* L. auf leichtem Boden nicht immer mit dem Anbau von Serradella und Lupinen gekoppelt. Nach FOWLER kommt in England *Sitona griseus* F. ebenfalls an sandigen Standorten vor (ANDERSEN 1938).

Bei den Fängen, die im gesamten schleswig-holsteinischen Raum durchgeführt wurden, hoben sich für *Apion aestivum* Germ. und *A. seniculus* Kirb., *Sitona lineellus* Bonst., *S. griseus* F. und *Phytonomus arator* L. fest umrissene Gebiete des Landes durch ausschließliches bzw. nur hier zahlreiches Auftreten hervor (Abb. 11).

Die Verteilung von *Apion aestivum* Germ. ist deutlich auf die Gebiete westlich des Mittelrückens, also von der Geest bis auf die Marsch — eine besondere Form der Gleiböden — beschränkt. *Sitona lineellus* Bonst. tritt allein im südöstlichen Schleswig-Holstein auf, und bei *Sitona griseus* F. sowie *Phytonomus arator* L. hebt sich die podsolierte und sandige Geestzone heraus. *Apion seniculus* Kirb. war gebietsweise im südöstlichen Hügelland bis zum Mittelrücken außerordentlich stark zu bemerken. Die Ursachen

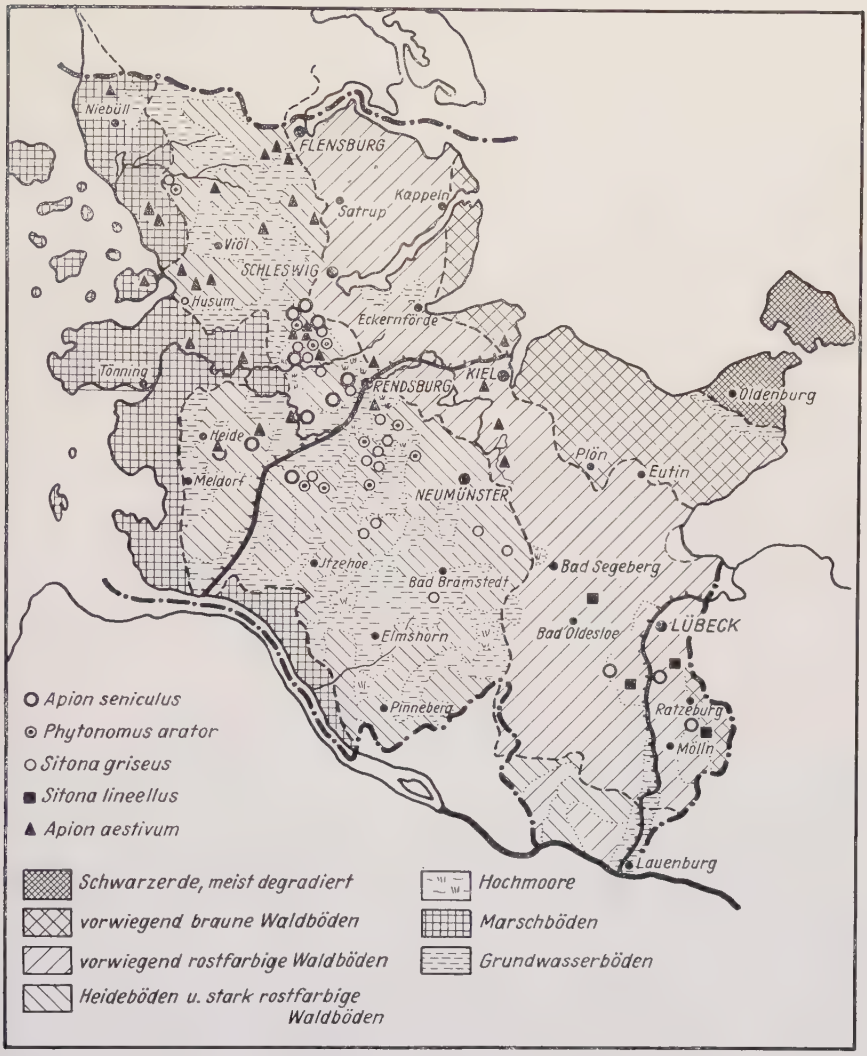


Abb. 11. Verbreitung einiger Leguminoserüßler in Schleswig-Holstein

müssen auf klimatische und Bodenverhältnisse zurückgeführt werden. Westlich der Geest befinden sich die niederschlagreichsten Gebiete ganz Schleswig-Holsteins mit durchschnittlichen Werten von über 800 mm, also mit einem stark atlantischen Klima. Die geringsten Regenmengen von durchschnittlich nicht viel über 600 mm sind im Bereich der Lübecker Bucht, bei Ratzeburg und Mölln zu finden, einem Klima mit kontinentalem Charakter.

Es ist deutlich zu erkennen, daß *Sitona lineellus* Bonst., der an Wicken und im Rotklee auftritt, ökologisch an Gebiete mit geringen Luftfeuchtigkeiten und Niederschlägen gebunden ist. Umgekehrt fördern aber gerade solche Bedingungen das Auftreten von *Apion aestivum* Germ. an Rotklee

im westlichen Teil Schleswig-Holsteins sehr stark. Die regenreiche Marsch wird westlich der Geest oft von feuchten Moorgebieten unterbrochen, auf denen *Apion aestivum* Germ. an Klee ebenfalls häufig auftrat. Bei allen gefangenen Tieren handelte es sich um eine Abart von *Apion aestivum* Germ., der dunkelbeinigen Rasse *A. aestivum* sbsp. *ruficrus* Germ. Dagegen trat um Kiel sehr vereinzelt der mehr hellbeinige *Apion aestivum* s. str. auf. Es wird vermutet, daß es sich hier um ökologische Rassen handelt.

Das Erscheinen von *Apion aestivum* Germ. beeinflußt auch das Vorhandensein anderer *Apion*-Arten in der Biozönose. *Apion aestivum* trat teilweise sehr stark auf, z. B. in Wester-Ohrstedt (Nähe Husum), wie das folgende Beispiel zeigt (25. Juli 1953, 13,15 Uhr, 25° C, Klee 60 cm hoch, bezogen auf fünfzig Fangschläge):

Apion aestivum Germ.:	46	Individuen
„ *virens* Herbst:	7	„
„ *marchicum* Herbst:	1	„
Sitona hispidulus F.:	1	„
„ *flavescens* Mrsh.:	6	„
„ *puncticollis* Steph.:	4	„
Phytonomus nigrirostris F.:	8	„

Bei allen Fängen, bei denen *Apion aestivum* Germ. erbeutet wurde, war niemals *Apion varipes* Germ. vertreten. *A. apricans* Herbst blieb beim Auftreten von *A. aestivum* Germ. zahlenmäßig gering, während *A. assimile* Kirb. und *A. virens* Herbst stärker vertreten waren oder aber auch in einigen Fällen mit *A. aestivum* zusammen die Dominanz übernahmen.

Das Vorkommen von *A. aestivum* sbsp. *ruficrus* Germ. im stark atlantischen Bereich steht im Gegensatz zu der Beobachtung von WAGNER (1940), der *A. aestivum* sbsp. *ruficrus* Germ. in der Mark Brandenburg, also im kontinentalen Bereich, am Rande von Kiefernheide auf *Trifolium alpestre* L. fing.

Sitona griseus F. und *Phytonomus arator* L. waren auffallend stark in der podsolierten und sandigen mittleren Zone Schleswig-Holsteins auf Serradella und Lupinen anzutreffen. Serradella bevorzugt ein feuchtes Klima und gedeiht, ebenso wie die Lupine, auf leichten, sandigen Böden am besten. Auf diesen wird sie in Schleswig-Holstein auch vor allem kultiviert (Abb. 5). Den zahlreichen Fängen und Beobachtungen ist zu entnehmen, daß die beiden Rüsselkäfer offensichtlich stark an den sandigen, leichten Boden gebunden sind. Bei Fängen, die ich auf Serradella und Lupine im östlichen Hügelland und in der Umgebung Kiels durchführte, fehlten beide Arten. Je leichter und trockener der Boden war, um so zahlreicher wurden die beiden Käfer erbeutet. So erbrachten z. B. auf einem Serradellafeld bei Kropp fünfzig Kescherschläge allein sechzig Individuen von *Sitona griseus* F., ein anderes Serradellafeld bei Heidbünge 64 *Phytonomus arator* L., zusammen jeweils mit wenigen *Apion loti* Kirb.

Ähnliche Verhältnisse wie bei *Sitona griseus* F. und *Phytonomus arator* L. scheinen das Vorkommen von *Apion seniculus* Kirb. in Kleebiotopen zu begünstigen. Sie dominieren dann über alle anderen Rüsselkäfer, wie es das Beispiel eines Kleegrasgemisches bei Mielberg (zwischen Rendsburg und Schleswig) verdeutlicht (22. Juli 1953, 17.30 Uhr, 20° C, Klee 25 cm hoch, bezogen auf fünfzig Fangschläge):

Apion apricans Herbst:	5	*Sitona lineatus* L.:	1
„ *assimile* Kirb.:	8	*Phytonomus nigrirostris* E.:	28
„ *flavipes* Payk:	19	„ *pedestris* Payk.:	4
„ *aestivum* Germ.:	8		
„ *virens* Herbst:	20		
„ *seniculus* Kirb.:	111		
„ *aethiops* Herbst:	1	kleefremde Tiere	
„ *viciae* Payk:	1		
„ *affine* Kirb.:	1		

Zusammenfassung

In Schleswig-Holstein wurden biozönotische Untersuchungen über das Auftreten der Rüsselkäfergattungen *Apion, Sitona, Phytonomus* und *Otiorrhynchus* auf 461 Leguminosefeldern durchgeführt und dabei 64 287 Käfer durchbestimmt. Als Grundlage der Arbeit dienten quantitative Kescherfänge.

Es wurden auf Leguminosefeldern sechzig verschiedene Rüsselkäferarten — von denen 19 nur an Unkräutern leben — gefangen. Den Hauptanteil stellt die Gattung *Apion,* gefolgt von *Sitona, Phytonomus* und *Otiorrhynchus.* — Alle Arten wurden nach dem Grad ihrer Futterwahl eingeteilt. Die Dominanz- und Abundanzverhältnisse der Curculioniden an verschiedenen Leguminosekulturen (Rot-, Weiß- und Schwedenklee, Wicken, Erbsen, Luzerne, Bohnen, Serradella, Lupinen und Gemenge) sind in Tab. 2 veranschaulicht. Hierbei weist der Rotklee den größten Artenreichtum auf. Die größte Massenentfaltung von allen Arten zeigte *Apion flavipes* Payk. auf Weiß- und Schwedenklee.

Untersuchungen auf ein- und mehrjährigen Rotklee- und Luzernefeldern zeigten, daß die jüngeren Bestände durch die Rüßler stärker befallen werden. Es bestehen Ausnahmen von dieser Regel, hervorgerufen durch Kulturmaßnahmen und Einfluß der Überfrucht bei der Leguminoseaussaat.

In Kleereinbeständen zeigte sich im Gegensatz zu Kleemischkulturen eine starke Zunahme von *Apion,* vor allem *A. assimile* Kirb., gefolgt von *A. apricans* Herbst — in einigen Fällen auch ein zahlreiches Auftreten von *S. flavescens* Mrsh.; charakteristisch war für den Reinbestand ferner eine geringere Gesamtartenzahl an Curculioniden. Auf extrem vergrasten Kleegraskulturen (Tab. 4) dominierte *A. virens* Herbst; es traten *A. apricans* Herbst und *assimile* Kirb. zurück. In gemischten Rot- und Weißkleekulturen unterdrückte mit über 50% *A. flavipes* Payk. alle anderen Rüßler.

Die Gattungen *Apion, Sitona* und *Phytonomus* nahmen von Wallhecken zum Feldinnern hin an Zahl ab. Dies ist vor allem deutlich bei *Apion,* weniger ausgeprägt bei *Sitona* und *Phytonomus,* mitunter allerdings umgekehrt bei *Phytonomus variabilis* Herbst.

Es wurde der Einfluß der Tagesrhythmik und Witterung auf die Rüsselkäfer beschrieben. Von allen Arten scheint *Apion virens* Herbst am unempfindlichsten gegen starke Sonneneinstrahlung und andere extreme klimatische Einflüsse zu sein. *Phytonomus arator* L. und *Sitona griseus* F. sind besonders wärme- und sonneliebend. *Sitona flavescens* Mrsh. und *puncticollis* Steph. scheinen gegenüber Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen recht empfindlich zu sein. Regen übt auf die Aktivität von *Sitona* und *Phytonomus* eine geringere Wirkung aus als auf die von *Apion.*

Wind beeinflußt die Rüsselkäfer in dichten und steifen Leguminosebeständen nur wenig. Von den sonst vor allem in der Krautschicht lebenden Arten der Gattungen *Apion* und *Sitona* hielten sich *A. virens* Herbst, *S. flavescens* Mrsh. und *puncticollis* Steph. in Kleebeständen auch häufig am Boden auf.

Die Zusammensetzung der Rüsselkäferarten und ihre Aspektfolge auf kleinflächigen Rotklee- und Luzerneparzellen der Biologischen Bundesanstalt in Kitzeberg b. Kiel war jener der großen Felder ähnlich. Abweichungen in der Abundanz einiger Käfer kamen allerdings vor. Dies betraf an Luzerne vor allem *S. lineatus* L., *humeralis* Steph. und *hispidulus* F., an Rotklee *A. apricans* Herbst, *assimile* Kirb. und *virens* Herbst.

Das Artenspektrum der Rüsselkäfer auf Wiesen und Weiden war dem der Leguminosefelder ähnlich. Die Abundanz der einzelnen Arten wich aber stark ab. Wildleguminosen in Hecken und Böschungen wurden selten von den Käfern besucht. In Gebieten mit geringem Kulturanbau wurden solche Wildpflanzen dagegen stärker befallen. Auf Grünflächen in Stadtbezirken (Kiel, Hamburg, Bremen und Berlin) hielten sich vor allem *A. virens* Herbst, *A. flavipes* Payk., *S. flavescens* Mrsh. und *hispidulus* F. auf; überraschend war die äußerst geringe Zahl von *S. lineatus* L.

Von den vier Rüsselkäfergattungen überwinterte besonders *Apion* zahlreich in Wallhecken. Auf Rot- und Weißkleefeldern verbrachten allerdings auch *A. virens* Herbst und *flavipes* Payk. sowie *S. flavescens* Mrsh. und *lineatus* L. den Winter. Die Überwinterungsverhältnisse sind in Tab. 7 zusammengefaßt.

In Beständen von Rot- und Weißklee erschienen im Frühjahr 1953 zuerst *Sitona lineatus* L. und *flavescens* Mrsh., *Apion virens* Herbst und *seniculus* Kirb. sowie *Phytonomus nigrirostris* F. In Luzerne zeigten sich als erste *Sitona lineatus* L. und *humeralis* Steph., *Apion virens* Herbst und *Ph. nigrirostris* F.

Es wird die Aspektfolge auf Luzerne, Rot- und Weißkleeflächen im Jahreslauf beschrieben. *Sitona sulcifrons* Thunbg. und *Apion virens* Herbst sowie *Phytonomus variabilis* Herbst suchten im Spätherbst erst bei kühleren Temperaturen ihre Winterlager auf, während dies bei vielen *Apion*-Arten schon im September geschah.

Die Gattung *Apion* wanderte nach der Mahd auf verschont gebliebene Leguminosen ab. Eine solche Abwanderung war bei *Sitona* und *Phytonomus* viel weniger ausgeprägt. Nach der Mahd der Überfrucht wurden einjährige Bestände von Rüsselkäfern stärker befallen.

Bei einigen Curculioniden kommt ein Überwechseln auf andere Leguminosekulturen im Laufe des Jahres vor (Abb. 9). Dies gilt besonders für *Sitona lineatus* L.

Untersuchungen über das Geschlechterverhältnis ergaben in der Vegetationsperiode bei *Apion apricans* Herbst, *assimile* Kirb., *varipes* Germ. und *seniculus* Kirb. ein Überwiegen der Weibchen, beim *Phytonomus arator* L. ein solches der Männchen. Im Winter wurden von *A. assimile* Kirb. nur Weibchen gefunden, bei *A. varipes* Germ. und *apricans* Herbst überwogen in dieser Zeit die Männchen.

Sitona griseus F. und *humeralis* Steph., *Phytonomus arator* L., *Apion pisi* F., *tenue* Kirb. und *filirostre* Kirb. treten in Schleswig-Holstein im wesentlichen auf leichten Böden auf und finden sich daher hauptsächlich

auf der Geest. Auch *Apion seniculus* Kirb. ist eine trockenliebende Art, die das südöstliche Gebiet und den sandigen Mittelrücken besiedelt. Aus klimatischen Gründen dürfte *Sitona lineellus* Bonst. auf das südöstliche Schleswig-Holstein begrenzt sein. *Apion aestivum* dagegen kommt gerade in den feuchteren Gebieten vor.

Literaturverzeichnis

Andersen, K.: Spitzmäuschen *(Apion virens* Hbst., *Apion seniculus* Kirby) als Kleeschädlinge. — Z. Pflz.-Kr. u. Pflz.-Schutz **42**, 18—22, 1932.

— — Der Einfluß der Umweltbedingungen (Temperatur und Ernährung) auf die Eierzeugung und Lebensdauer eines Insektes *(Sitona lineata* L.) mit postmetaboler Entwicklung und langer Legezeit. — Z. angew. Entom. **20**, 85—115, 1934.

— — Die Blattrandkäfer *Sitona griseus* F. und *Sitona gressorius* F. als Lupinenschädlinge. — Anz. SchädlgsKde. **13**, 7, 1937.

— — Die Lupinenblattrandkäfer *Sitona griseus* F. und *Sitona gressorius* F. — Z. angew. Entom. **24**, 325—356, 1938.

Belyaev, J.: Pea weevils (russ.). Bull. moskovsk. s.-kh. obl. op. Stantz. — Polevod **2**, 33—44, 1934 (Moskau) (R. A. E. 23 A, 191—192, 1935).

Bigger, J.: Notes on the life History of the clover Root Curculio Sitona hispidula Fab. in Central Illinois. — J. Econ. Ent. **23**, 334—342, 1930.

Bird, R.: The Sweetclover Weevil, *Sitona cylindricollis* F. — Canad. Entomologist **79**, 5, 1947.

Bissell, Th.: The Host Plants and Parasites of the Cowpea Curculio and other legume infesting weevils. — Georgia Exp. Sta. J. Econ. Entom. **31**, 534—536, 1938.

Bovien, P. und Jørgensen, M.: Orienterende Undersøgalser over Angreb af Snudebiller *(Apion)* i Kløverhoveder. — Tidsskr. Planteavl. **40**, 375—404, 1934.

Boness, M.: Die Fauna der Wissen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. — Z. Morph. Ökol. Tiere **42**, 225—227, 1953.

Bredemann, G.: Über die Züchtung heuschrecken-resistenter Pflanzen. — Z. Pflz.-Kr. u. Pflz.-Schutz **51,** 337—342, 1941.

Britton, W.: 33 Report 1933. Conn. Agric. Exp. Sta. Bull. **360**, 1934.

Buchanan, R.: *Sitona cylindricollis* Fabr. Report on Agric. Research, For the Year ending June 1943, Ames Iowa Agric. Exp. Sta. **157**, 1943.

Chamberlin, R.: Some Observations on the Life History and Parasites of *Hypera rumicis* L. — Proceedings Entom. Soc. Washington **35,** 101—109, 1933.

Drake, C.: The control of the Sweetclover Weevil *(Sitona cylindricollis* F.) in Iowa. — Report on Agric. Research, For the Year ending Juni 30, **197**, 1944.

Folsom, J.: The insect pests of clover and alfalfa. Illinois Agric. Exp. Sta. Bull. **134,** 1909.

Hamlin, J., Liebermann, F., Bunn, R., McDuffie, W., Newtor, R. und Jores, L.: Field Studies of the alfalfa Weevil and its environment. — Technical Bull. **975**, 1949. U. S. Dep. Agric. Wash. D. C.

Hirling, W.: Feldrandschäden: Eine Studie über die an Feldrändern auftretenden Mindererträge durch nichtparasitäre Störungen, Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Unkräuter. — Diss. Hohenheim 1949.

Kaufmann, O.: Der Kleeblattkäfer *(Phytonomus punctatus* F.), ein Schädling von Klee und Luzerne. — Zentralbl. Bakteriol. Parasitenkde. u. Infektionskr. **104**, 87—117, 1941.

— — Der Luzerneblattnager *(Phytonomus variabilis* Herbst). — Z. angew. Entom. **26**, 312—358 und 387—448, 1939.

Klinkowski, M.: Der Luzernesamenbau als phythopathologisches Problem. — Anz. Schädlkde. **22,** 1, 1949.

Lehmann, H. und Klinkowski, M.: Kranke Luzerne. Verlag v. J. Neumann — Neudamm 106—110, 1937.

— — Zur Pathologie der Luzerne. — Entom. Beihefte **9,** 1—78, 1942.

Lehmann, H.: Luzerneschädlinge. — Z. Pflz.-Kr. u. Pflz.-Schutz **11**, 625—637, 1933.

Lindemuth, K.: Massenauftreten von *Apion aestivum* Germ. im Kreise Husum. — Nachtbl. dtsch. Pflz. schtzdst. **9,** 55—56, 1942.

Marshall, G. und Wilbur, D.: The Clover Root Curculio *(Sitona hispidula* Fab.) in Kansas. — J. Econ. Ent. **27,** 807—814, 1934.

Meyer, E.: Über ein Schadauftreten von *Sitona puncticollis* Steph. — Z. Pflzkr. u. Pflzschtz. **51**, 324—330, 1941.

Mühle, E. und Fröhlich, G.: Vergleichende Untersuchungen über *Brachyrhinus (Otiorrhynchus) ligustici* L. und *Liophloeus tessulatus* Müll. und deren Beziehungen zum Liebstöckel, Levisticum officinale Koch. — Beiträge Entom. **1**, 1—41, 1951.

Müller, K.: Der Liebstöckelrüßler, ein gefährlicher Luzerneschädling. — Die kranke Pflanze, **15**, 61—64, 1938.

Munro, J., Telford, H., Redman, K. und Stoa, T.: Biology and Control of the Sweet Clover Weevil *(Sitona cylindricollis* F.) — North Dakota Agric. Exp. Sta. Fargo, Bimonthly Bull. **7**, 31—34, 1944.

Nolte, H.-W.: Beobachtungen über den Luzerneblattnager. — Anz. Schädlkde. **23**, 150—152, 1950.

Palm, C., Lincoln, C. und Wylie, W.: Ecological and life History Studies on the alfalfa snout beetle. — Cornell University Agric. Exp. Sta. **51** Annual Report 111—112, 1938.

Rostrup, S., und Thomsen, M.: Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues, Berlin 1931.

Schaeffler, H.: Ergebnisse von Selbstverträglichkeitsversuchen mit Rotklee. II. Dauerselbstverträglichkeitsversuch Nederling (Bayern). Prakt. Bl.Pflz.bau u. Pflz.schtz. **19**, 93—120, 1941.

Schencker, P.: Die Kleesamenrüßler oder Kleespitzmäuschen und ihre Bekämpfung. — Landw. Jb. d. Schweiz **65**, 713—725, 1951.

Snow, S.: Effect of ovulation upon seasonal History in the alfalfa weevil. — J. Econ. Ent. **21**, 752—761, 1928.

Telford, H. und Munro, J.: Sweet Clover Weevil Investigations. North Dakota Agric. Exp. Sta. Fargo. Bimonthly Bull. **5**, 16—17, 1943.

Tischler, W.: Die Überwinterungsverhältnisse der landwirtschaftlichen Schädlinge. — Z. angew. Entom. **32**, 184—194, 1951.

— — Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. — Zool. Jb. (Syst.) **77**, 284—400, 1948.

— — Neue Ergebnisse agrarökologischer Forschung in ihrer Bedeutung für den Pflanzenschutz. — Mitt. a. d. Biol. Zentralanstalt, Berlin-Dahlem **75**, 7—11, 1953.

Titus, E.: The alfalfa leaf weevil *(Phytonomus murinus* Fab.) — Utah Agric. College Exp. Sta. Bull. **110**, 1910.

Trusov, N.: Witch's Broom on red clover caused by the larvae of *Apion seniculus* Kirby (russ.) Plant Protection, **1—3**, 161—162, 1931 (Leningrad) (R.A.E. **20** A, 92, 1932).

Ulashkevich, M.: Nodule Weevils of the species *Sitona lineata* L. and *Sitona crinita* Hbst. (russ.). Vinnitza reg. agric. Exp. Sta. 23, 75 pp., 1935 (Kiev) (R. A. E. **24**, A 452—454, 1936).

Wagner, H.: Über das Sammeln von Apionen. — Kaleopterolog. Rundschau d. Zool.-Bot. Ges. Wien. **26**, 41—65, 1940.

Werneck, H.: Das grünliche Spitzmäuschen *(Apion virens* Hbst.). — Z. angew. Entom. **16**, 585—591, 1930.

Yakhontov, V.: The alfalfa weevil or *Phytonomus variabilis* H. (russ.) Dremy 8v, 240 S, 1933 (Moskau) (R. A. E. **22** A, 334—336, 1934).

Aus den chemischen Instituten der Universitäten Freiburg/Br. und Erlangen

Fraßlockstoffe beim Fichtenrüsselkäfer *Hylobius abietis*

Von

Gerhard Hesse, Herbert Kauth und Rudolf Wächter

Mit 5 Abbildungen

Man muß mit eigenen Augen die Verheerungen gesehen haben, die der Fraß des Rüsselkäfers *Hylobius abietis* L. an den jungen Anpflanzungen von Fichten im Schwarzwald und an anderen Orten verursacht hat, um die Bedeutung seiner Bekämpfung ganz ermessen zu können. Gewiß haben besondere Umstände seine Massenvermehrung begünstigt: große Kahlschläge der Besatzungsmacht, wobei die Stubben im Boden blieben und dem Schädling Gelegenheit zur Larvenentwicklung geboten wurde; trockene warme Jahre, die die Widerstandskraft der Bäume minderten und fortpflanzungsfähige Käfer in großer Zahl heranwachsen ließen, haben seine Ausbreitung gefördert. Rüsselkäferschäden hat es aber schon früher gegeben und sie werden wahrscheinlich auch künftig nicht ausbleiben; seine Überwachung und Abwehr ist daher eine dauernde Aufgabe der Forstverwaltung.

Die Bekämpfung des Rüsselkäfers mit Insektiziden ist schwierig. Seine Larve, die in absterbenden Wurzeln tief unter der Erde lebt, ist nicht zu fassen. Wenn die Käfer bei ihrem Reifungsfraß die Rinde der jungen Fichtenstämmchen ringsum schälen (Abb. 1) und sie damit zum Absterben bringen, sind sie nicht in Massen beisammen wie etwa die Kartoffelkäfer zur Zeit ihres Auftretens, sondern einzeln über große Schonflächen verteilt. Wollte man diese mit einer ausreichenden Menge eines Insektengiftes belegen, so würde der Nutzeffekt gering, der Schaden durch die Vernichtung fast aller anderen Insekten aber erheblich sein. So hat sich eine Form der Bekämpfung herausgebildet, die im Auslegen vergifteter „Fangrinden-“ oder „Fangkloben“ besteht:

Abb. 1

man legt am Rande der Schonungen Fichtenrinden aus, an denen sich die Käfer sammeln und beim Fraß vergiften, oder wo sie ohne Anwendung von Gift abgesammelt werden können.

Diese Fangrinden brauchen nicht sichtbar zu sein, im Gegenteil: sie werden gewöhnlich mit Gras oder Waldstreu zugedeckt, um sie feucht zu halten. Trockene Rinden sind unwirksam. Aus dieser Anwendungsart folgt, daß es nur der Geruch der Rinde sein kann, der die Käfer anlockt. Solche Überlegungen haben uns veranlaßt, die Geruchsstoffe der Fichtenrinde auf ihre Wirkung auf die Käfer zu untersuchen.

Testverfahren: Von Preßsäften aus Fichtennadeln oder Fichtenrinde sind wir ausgegangen. Trägt man einen Tropfen davon auf Löschpapier auf und bringt eine Anzahl Käfer in die Nähe, so sammeln sie sich bald rings um den Fleck (Abb. 2) und fressen das Papier auf, soweit es be-

Abb. 2

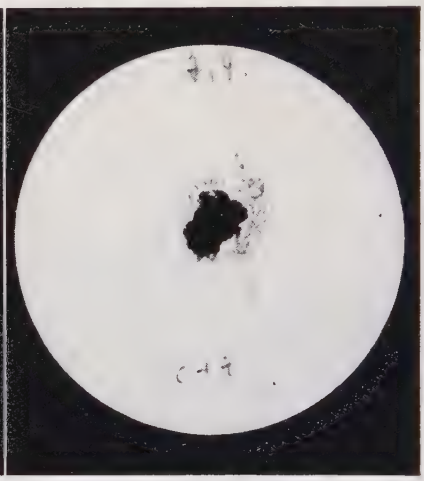


Abb. 3

netzt war (Abb. 3). Genau wie bei der frischen Rinde bleibt es Voraussetzung, daß der Fleck feucht gehalten wird. Andererseits lockt ein Fleck von reinem Wasser die Tiere nicht; wenn sie ihn zufällig finden, so trinken sie wohl, aber das Papier wird dabei nicht wesentlich verletzt.

Es war naheliegend, bekannte Stoffe mit „Tannengeruch" auf diese Weise zu prüfen: Harz, Terpentinöl oder die verschiedenen Präparate, die man für Fichtennadelbäder im Handel findet. Dieser Versuch wurde ein vollständiger Mißerfolg. Die Käfer schienen solche Stoffe zu fliehen; wurden sie mit ihnen in einer Petrischale eingesperrt, so gingen sogar etliche zugrunde. Wir begreifen daher die Harzbildung als eine Schutzmaßnahme des Baumes und verstehen auch, weshalb solche Schädlinge dann besonders gefährlich werden, wenn infolge Trockenheit oder schlechten Bodens der Baum nicht gut im Saft steht und nur wenig Harzstoffe bilden kann.

Aufspaltung der Lockstoffe: Im Fichtensaft mußten Stoffe mit verschiedener Wirkung auf die Käfer vorhanden sein: lockende, gleichgültige und abstoßende. Um sie näher kennenzulernen, wurde die Nachweismethode weiter ausgebaut, wozu die „Papierchromatographie"

eine Anregung gab. An Stelle eines runden Filtrierpapieres wurde ein langer Streifen benutzt; der Fichtenpreßsaft wurde nahe seinem unteren Ende als Fleck aufgebracht und eingetrocknet und der Streifen dann in verschiedene Gemische organischer Lösungsmittel eingehängt, die in ihm aufgesaugt werden und die Bestandteile des Fichtensaftes mehr oder weniger weit mitnehmen; dann wurden die Lösungsmittel wieder verdunstet, der ganze Streifen mit Wasser besprüht und den Käfern vorgelegt. Mit feuchtem Äther als Entwicklungsflüssigkeit zeigten sich zwei Fraßstellen; eine nahe bei der Auftragstelle und eine zweite kurz unter dem obersten Ende der aufgesaugten Ätherlösung. In weiteren Versuchen wurden die Streifen in der Mitte zwischen diesen Stellen auseinandergeschnitten und beide Hälften einzeln getestet. Dabei fand man einen großen Unterschied in der Wirkungsweise.

Fraß- und Lockstoffe: Der untere Teil des Papierstreifens hatte keinerlei Fernwirkung auf die Käfer. Nur wenn sie beim „Trinken" zufällig an die Stelle kamen, an der einstmals der Fichtensaft aufgebraucht worden war, blieben sie dort und fraßen das Papier genau so, als ob dort noch der ursprüngliche Fleck wäre. Ganz anders aber der obere Teil! Die Käfer werden alsbald alarmiert; sie nehmen eine „Witterungsstellung" ein und laufen darauf zu, fressen aber ohne Lust und Beständigkeit, laufen fort und suchen weiter, kehren zurück und fressen wieder. Die einleuchtendste Erklärung ist die, daß der untere Teil Stoffe enthält, die auf den Geschmackssinn wirken und zum Fressen reizen (Fraßstoffe). Der obere Teil enthält Geruchsstoffe; nur diese haben eine Fernwirkung und locken die Käfer an (Lockstoffe).

Die chemische Natur

Die Fraßstoffe sind in Äther unlöslich, in Wasser aber löslich; sie reduzieren Fehling'sche Lösung und geben auch alle anderen Reaktionen der Zucker. Tatsächlich ließ sich Glucosazon aus dem Preßsaft erhalten und reine Glucose, Fruktose und Sacharose sind im Test von dieser Fraktion nicht zu unterscheiden. Das Vorkommen dieser Zucker im Cambialsaft der Fichte ist bekannt.

Um die Lockstoffe näher kennenzulernen, die als die Träger der Fernwirkung für unser Problem die wichtigeren sind, wurden neue Versuche angestellt. Vor dem Aufsteigen des Äthers wurde quer über das Papier mit einem Pinsel eine Barriere aus verdünnter Säure oder Lauge gelegt; nur neutrale Stoffe können sie passieren; saure müssen an der Lauge und basische an der Säure als Salze zurückgehalten werden. Der Lockstoff passierte beide Barrieren, ist also neutral. Kocht man den Rohsaft einige Stunden mit verdünnter Natronlauge, so geht die Wirksamkeit auf etwa den tausendsten Teil zurück, nimmt dann aber nicht weiter ab. Wir vermuteten, daß die wirksamen Stoffe verseift werden können, daß aber auch dem Verseifungsprodukt noch ein Teil der Wirkung eigen ist.

Reine Lockstoffe

Die geschilderten Versuche haben ergeben, daß die Lockstoffe in feuchtem Äther löslich und neutral sind. Um größere Mengen zu bekommen, wurde zuerst Fichtenrinde und später nur der abgeschälte Bast mit Äther

extrahiert, der Extrakt mit Basen und Säuren ausgeschüttelt und dann durch Abdampfen ein grüngelbes Öl erhalten. Dieses wurde mit Wasserdampf destilliert und dabei ein hellgelbes Öl abgetrieben, das nach Terpentinöl duftete und auf die Käfer die abstoßende Wirkung von reinem Terpentinöl hatte. Der größere Teil war mit dem Wasserdampf kaum flüchtig; er war von hellgrüner Farbe und butterähnlicher Beschaffenheit; sein Geruch war schwach, die Lockwirkung aber außerordentlich hoch und nach Ergänzung mit einer Zuckerlösung zeigte er im Papiertest alle Eigenschaften des rohen Fichtensaftes. In dem später beschriebenen Versuch auf der Glasplatte gab er noch in der Verdünnung von 1 Teil auf 10 Millionen Teile Wasser eine sichere Lockwirkung auf mindestens 1 m Entfernung.

Dieser „schwerflüchtige Neutralteil" wurde mit 25%iger alkoholischer Lauge verseift. Nimmt man den 2wertigen Alkohol Glycol als Reaktionsmedium bei der Verseifung, so kann aus dem abdestillierten Teil Methylalkohol als Dinitrobenzoesäureester erhalten werden; auch einige höhere Alkohole wurden gefunden.

Die bei dieser Verseifung gebildeten Säuren wurden im Vakuum destilliert und voneinander getrennt; es wurde in der Hauptsache Ölsäure, daneben Linolsäure, Linolensäure und ein Gemisch aus festen gesättigten Fettsäuren erhalten. Alle diese Säuren waren im Locktest wirksam, aber keine erreichte quantitativ die Wirksamkeit des schwerflüchtigen Neutralteils.

Nun wurden aus reinen Fett- und Ölsäuren anderer Herkunft die Methylester gemacht und jeweils im Papiertest die höchste Verdünnung festgestellt, in der sie in Verbindung mit Zuckerwasser noch wirksam sind. Diese Wirksamkeiten waren außerordentlich hoch, nämlich

	Säure	Methylester
Palmitinsäure	$1:10^6$	$1:10^8$
Stearinsäure	$1:10^6$	$1:10^8$
Ölsäure	$1:10^7$	$1:10^{10}$
Linolsäure	$1:10^8$	$1:10^{11}$
Linolensäure	$1:10^9$	$1:10^{12}$

Innerhalb der untersuchten Reihe tritt also mit jeder hinzukommenden Doppelbindung eine Verzehnfachung der Wirkung ein. Die Ester der ungesättigten Säuren sind jeweils tausendmal wirksamer als diese selbst. Da die Lockstoffe im Fichtenpreßsaft in neutraler Form vorliegen, müssen wir den Estern die wesentliche Lockwirkung zuschreiben. Mengenmäßig überwiegt die Ölsäure; da aber Linolsäureester und Linolensäureester 10- bzw. 100mal wirksamer sind, dürften diese 3 Ester zusammen die Hauptträger der Lockwirkung sein.

Versuche mit synthetischem Linolensäuremethylester

Von den genannten ungesättigten Fettsäuren ist die Linolensäure durch Verseifung von frischem Leinöl leicht zugänglich. Aus ihr wurde durch Veresterung mit Methanol chem. reiner Linolensäuremethylester hergestellt und auf verschiedene Weise auf seine Lockwirkung untersucht:

1. In einem Olfaktometer wurde in einem Schenkel des U-förmigen Rohres auf Watte reines Zuckerwasser, in dem anderen Zuckerwasser mit kleinen Mengen des Esters gebracht. Bis zu einer Verdünnung von 1 Teil Ester auf 10^{12} Teile Wasser fand sich die Mehrzahl der Käfer nach einigen Minuten auf der Seite mit dem Lockstoff.

2. Auf einer großen Glasplatte 80×160 cm, die mit Talkum bestreut war, wurden auf der einen Seite ein Bausch Watte mit Zuckerlösung (Z), auf der anderen ein gleicher mit Zuckerlösung und einer Spur Linolensäuremethylester (L) ausgelegt. In die Mitte der Platte wurden 10 Käfer gebracht (Abb. 4).

Die Spuren der herumlaufenden Käfer ließen sich in dem leichten Talkumstaub verfolgen. Am Ende des Versuchs waren 7 Käfer am Lockstoff angelaufen und hatten dort gefressen; einer fand sich am Zuckerwasser, zwei waren beim Herumsuchen von der Platte gefallen. Der Weg zum Lockstoff betrug etwa 90 cm.

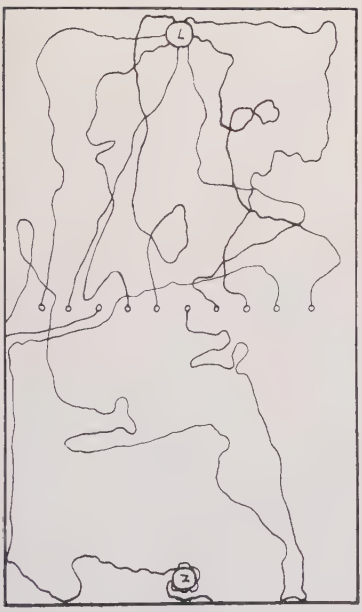


Abb. 4

Abb. 5

3. In einem Schulsaal (10×5 m) wurden 11 Buchenholzknüppel ausgelegt, die mit einer doppelten Lage Fließpapier umwickelt waren. Das Papier von 7 Knüppeln war mit Linolensäuremethylester, das der übrigen 4 mit einem ungereinigten Rohextrakt aus Fichtenrinde präpariert; beide Anordnungen standen in flachen Schalen mit 4%iger Zuckerlösung, die von dem Papier aufgesaugt werden konnte. In dem Raum wurden 200 Rüsselkäfer ausgesetzt. Am anderen Morgen zeigten alle mit Linolensäureester behandelten „Fangknüppel" Käferfraß und in den Schalen hatten sich je 2—3 Käfer gefangen. Alle mit dem Gesamtextrakt behandelten Knüppel waren ohne Fraßspuren und ohne Käfer. Der Versuch zeigt außer der Fernwirkung des Linolensäureesters auch seine Überlegenheit über den

rohen Fichtenextrakt. Dies ist deshalb wichtig, weil bei der Anwendung im Wald stets die Konkurrenz zu der Pflanze bedacht werden muß.

Ein ähnlicher Versuch wurde im Freiland mit großen Fangkerzen (Abb. 5) als Vergleich zu den üblichen Fangrinden ausgeführt. In den ersten Tagen zeigten sich die frischen Rinden überlegen; später kehrte sich das Verhältnis aber um und die Mehrzahl der Käfer wurde in den Büchsen unter den Fangkerzen gesammelt. Gelegentlich fand sich darin auch *Hylastes cunnicularius*, ein Bastkäfer. Carabiden, die in mehreren Büchsen gefangen wurden, haben wahrscheinlich mit dem Lockstoff nichts zu tun, sondern sind zufällig beim Umherlaufen am Boden hineingefallen.

Vergleich der Geruchsempfindlichkeiten

Aus der Mindestmenge von Linolensäuremethylester, die eben noch wahrgenommen wird, und aus dem Volumen der benutzten Petrischalen läßt sich ausrechnen, daß höchstens $5 \cdot 10^5$ Moleküle pro ccm Luft zur Wahrnehmung durch den Käfer notwendig sind. Wahrscheinlich ist die Empfindlichkeit der Geruchsorgane des Rüsselkäfers aber noch größer, denn es ist unwahrscheinlich, daß der Ester vollständig verdampft war. Vergleicht man diesen Höchstwert mit den Zahlen, die in der Literatur für die Geruchsempfindlichkeit anderer Lebewesen angegeben sind, so kommt man zu dem Schluß, daß der Rüsselkäfer wenigstens für diesen Stoff, der ihn besonders angeht, zu den besten Riechern gehört. Wenige Zahlen sollen das belegen:

	Hylobius	Hund	Mensch
Essigsäure		$5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^{13}$
Caprylsäure		$4{,}5 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^{11}$
Linolensäuremethylester	$5 \cdot 10^5$		

Über die praktische Anwendung der Lockstoffe in der Rüsselkäferbekämpfung berichtet der folgende Aufsatz.

Der Firma C. H. Boehringer Sohn in Ingelheim, besonders Herrn Dr. Madel, danken wir für vielfache Unterstützung.

Aus der Wissenschaftlichen Abteilung der Firma C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim/Rhein

Über die Ergebnisse der im Schwarzwald und Hunsrück von 1952 bis 1954 durchgeführten Freilandversuche zur Anlockung des Großen Braunen Fichtenrüsselkäfers, *Hylobius abietis* L., mit Lockstoffen

Von

Herbert Kauth und Waldemar Madel

Mit 4 Abbildungen und 4 Tabellen

Die Nahrungswahl der Insekten und vieler Larven wird durch den chemischen Sinn geleitet. Z. B. ermöglichen die in den Nährpflanzen enthaltenen Stoffe deren Auffindung. Versuche zur Aufklärung der Natur solcher Lockstoffe, in Verbindung mit den Fraßstoffen, für den Fichtenrüsselkäfer und Studien über sein Verhalten vor und während dem Fraß auf Grund der Wirksamkeit dieser Substanzen wurden im Jahre 1950 in Zusammenarbeit mit dem Forstzoologischen Institut (Prof. Merker) und dem Chemischen Institut (Prof. Hesse) der Universität Freiburg begonnen. Von diesen Untersuchungen berichten Merker (1953) über „Lockstoffe und Nährstoffe in Wirtspflanzen einiger Waldschädlinge", Ohnesorge (1953) über „Der Einfluß von Geruchs- und Geschmacksstoffen auf die Wahl der Fraßpflanzen beim Großen Braunen Rüsselkäfer" und Hesse, Kauth und Wächter (1955) über „Fraßlockstoffe beim Fichtenrüsselkäfer, *Hylobius abietis* L.". Von Wächter (1952) liegt eine Dissertation vor über „Fraßlockstoffe des Großen Braunen Fichtenrüsselkäfers (*Hylobius abietis* L.)".

In dieser Arbeit werden wir die Ergebnisse der in den Jahren 1952 bis 1954 angelegten Freilandversuche mit natürlichen und synthetischen Lockstoffen behandeln.

Der erstgenannte Verfasser der vorliegenden Arbeit hatte noch Gelegenheit, in diesem Zusammenhang über den chemischen und physikalischen Sinn von *Hylobius* zu arbeiten. Die Ergebnisse werden in Kürze mitgeteilt.

1. Methode

Nach den Testen von Hesse et al. erwies sich der „schwerflüchtige Neutralteil" des Fichtenbast-Ätherextraktes als wirksamster natürlicher Lockstoff für den Rüsselkäfer. Von den synthetischen Präparaten, die auf Grund der Analysenergebnisse obengenannten Stoffes hergestellt wurden, waren die Methylester der Öl-, Linol- und Linolensäure am lockwirksamsten.

Zur Anlegung der Freilandversuche wurden vom erstgenannten Verfasser im Technikum der Firma C. H. Boehringer Sohn eine größere Menge Methylester dieser Fettsäuren aus ungebleichtem Leinöl hergestellt. Den

Abb. 1. „Fangkerze", d. i. mit Lockstoffen getränktes Filterpapier in mehreren Lagen um einen Holzpfahl gewickelt und in einer Fangbüchse mit reusenartigem Verschluß aufgestellt (Werkfoto C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim/Rh.)

„schwerflüchtigen Neutralteil" und den reinen Linolensäuremethylester stellte Herr Dr. Wächter zur Verfügung. Als Vergleichsköder wurden frische Fichtenrinde von den Maßen 20 × 30 cm oder frische Fichten- bzw. Lärchenknüppel von 5—8 cm Durchmesser und etwa 50 cm Länge verwandt. Die Lockstoffe trugen wir auf grünes Filtrierpapier auf und brachten dieses in den ersten Versuchen als „Fangkerze" in Büchsenfallen aus (Abb. 1). Später legten wir die mit Locksubstanz präparierten Papiere nach Art der allgemein üblichen Fangknüppel aus, mit einem Gürtel Gamma-Streunex umgeben und mit Grasbüscheln abgedeckt (Abb. 2 und 3).

Auch die natürlichen Fangknüppel bzw. Fangrinden waren jeweils mit einem Gamma-Streunex-Ring umgeben, um ein Abwandern der Rüsselkäfer zu verhindern (Abbild. 4). Sämtliche Köder wurden im 10 × 10- bzw. 10 × 20 m-Verband ausgelegt, d. h. 100 bzw. 50 Köder/ha.

Abb. 2. Zusammengefaltetes, mit Lockstoff getränktes Filterpapier, umgeben mit einem Insektizidwall, um die zu- bzw. abwandernden Käfer abzutöten (Werkfoto C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim/Rhein)

2. Freilandversuche

Die ersten Freilandversuche im Jahre 1952 wurden in St. Blasien (Schwarzwald) angelegt am Rande eines etwa 60jährigen Fichtenbestandes. Die Wiese davor war mit zweijährigen Fichten kultiviert, welche durchweg mäßigen Rüsselkäferfraß hatten.

Die Fangzahlen dieses Versuches zeigen, daß die Anfangswirkung der Fichtenrinden gut ist, während die beiden anderen Lockstoffe noch nicht fangen. Mit abnehmender Wirkung der Fangrinden infolge Austrocknens beginnen die Lockstoffe in steigendem Maße fängig zu wirken, wobei der reine Linolensäuremethylester mehr als doppelt so wirksam ist wie der „schwerflüchtige Neutralteil". Der Befall an Rüsselkäfern in diesem Quar-

Abb. 3. Mit Grasballen werden die Lockpapiere genau wie die natürlichen Fangrinden, abgedeckt (Werkfoto C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim / Rh.)

Abb. 4. Fangknüppel mit Insektizidwall (Werkfoto C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim / Rhein)

Tabelle 1. Ergebnisse der im Jahre 1952 in St. Blasien/Schwarzwald durchgeführten Freilandversuche zur Rüsselkäfer-Anlockung mit Linolensäuremethylester, „schwerflüchtigem Neutralteil" aus Fichtenbast und Fichtenrinde. (Köderanlage im 10 × 10 - m - Verband)

Datum der Versuchsanlage	Datum der Kontrollen	Zahl der gefangenen Rüsselkäfer an		
		8 Fichtenrinden	4 Köder mit Linolensäuremethylester	4 Köder mit Neutralteil
11. 7. 1952	12. 7. 1952	8		
	13. 7. 1952	—	—	—
	14. 7. 1952	—	2	
	15. 7. 1952	4	1	1
	16. 7. 1952	5	7	2
	19. 7. 1952	2	1	2
	21. 7. 1952	2	4	3
	25. 7. 1952	1	9	3
		22	24	11
		22	35	

tier war rel. gering; nach dem Versuch waren in diesem Sektor keine Fraßschäden mehr durch *Hylobius* festzustellen. Zwei andere Versuche im Raume St. Blasien ließen sich wegen zu geringen Käferauftretens nicht auswerten; allgemein waren Versuchsgelegenheiten mit *Hylobius* selten geworden.

Im darauffolgenden Jahr 1953 hatten wir Gelegenheit, im Hunsrück weitere Versuche in dieser Richtung anzulegen und verwandten dazu die Methylester der Leinölfettsäuren, zur Kontrolle Lärchen- bzw. Fichtenknüppel. Die Versuchsanstellung erfolgte wie oben angegeben.

Die Fangergebnisse in diesen beiden Versuchsanordnungen unterscheiden sich erheblich. Die Ursache sehen wir darin, daß die beiden Versuchsflächen sehr verschieden waren, nämlich hier eine fünfjährige Lärchenkultur, dort ein noch nicht geräumter Fichteneinschlag. Die Fraßschäden in der Lärchenkultur durch *Hylobius* gingen schon nach acht Tagen deutlich zurück und waren am Ende der zweiten Versuchswoche gleich Null. Die Dauerwirkung der synthetischen Köder war auch in diesen Versuchen er-

Tabelle 2. Ergebnisse der im Jahre 1953 in Woppenroth/Hunsrück durchgeführten Freilandversuche zur Rüsselkäfer-Anlokkung mit den Methylestern der Leinölfettsäuren und Lärchenknüppeln in einer fünfjährigen Lärchenkultur (Köderanlage im 10 × 10 - m - Verband)

Datum der Versuchsanlage	Datum der Kontrollen	Zahl der gefangenen Rüsselkäfer an 15 Lärchenknüppeln	15 Lockstoffködern
1. 7. 1953	2. 7. 1953	3	1
	3. 7. 1953	10	3
	5. 7. 1953	24	5
	8. 7. 1953	20	20
	15. 7. 1953	8	5
	21. 7. 1953	14	12
	23. 7. 1953	5	13
	28. 7. 1953	8	4
	13. 8. 1953	2	9
	20. 8. 1953	5	5
	28. 8. 1953	—	1
	3. 9. 1953	—	2
	8. 9. 1953	—	3
		99	73

Tabelle 3. Ergebnisse der im Jahre 1953 in Woppenroth/Hunsrück durchgeführten Freilandversuche zur Rüsselkäfer-Anlokkung mit den Methylestern der Leinölfettsäuren und Fichtenknüppeln in einem frisch geschlagenen noch ungeräumten Fichtenquartier (Köderanlage im 10 × 10 - m - Verband)

Datum der Versuchsanlage	Datum der Kontrollen	Zahl der gefangenen Rüsselkäfer an 10 Fichtenknüppeln	10 Lockstoffködern
2. 7. 1953	6. 7. 1953	2	28
	8. 7. 1953	3	12
	15. 7. 1953	1	14
	21. 7. 1953	2	11
	23. 7. 1953	4	11
	28. 7. 1953	13	13
	13. 8. 1953	2	4
	20. 8. 1953	1	7
	28. 8. 1953	1	1
	3. 9. 1953	—	1
	8. 9. 1953	—	2
		29	104

heblich besser als die der natürlichen Fangknüppel. Unter Freilandbedingungen aufbewahrte Lockpapiere behielten ihre Lockwirkung über mindestens 4 Monate. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber den natürlichen Fangknüppeln, die in den Versuchsflächen ihre Fängigkeit bei heißem Wetter nach 2—3 Wochen verlieren.

Im Sommer 1954 meldete man überraschend ein Rüsselkäferauftreten beim Forstamt Emmerichshütte (Hunsrück) in einer 2,5 ha großen zweijährigen Fichtenkultur. Hier hatten wir Gelegenheit, unseren Lockstoff in einem Großversuch zu erproben und legten 60 synthetische Köder und 60 Fichtenknüppel im 10 × 20 m-Verband über diese Fläche aus. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV zusammengestellt.

Auch hier hat sich der synthetische Lockstoff dem natürlichen Lockstoff als mindestens gleichwertig gezeigt, mit dem Vorteil einer längeren Dauerwirkung des ersteren. Frische Fraßschäden waren an den jungen Fichtenpflänzchen nach der zweiten Kontrolle nicht mehr festzustellen. Dies ist u. W. der erste Fall, daß ein synthetischer Lockstoff, entwickelt aus der Futterpflanze eines Insektes, unter Freilandbedingungen in Konkurrenz mit den natürlichen Fraßpflanzen sich als mindestens genau so lockwirksam erwiesen hat wie der natürliche Lockstoff, wobei die Dauerwirkung des synthetischen Lockstoffes durch größeren Reinheitsgrad

und höhere Konzentration besser ist.

An dieser Stelle möchten wir den Forstämtern der hier erwähnten Versuchsreviere für verständnisvolle Unterstützung unseren Dank sagen. Den Herren W. Broszkus und K. G. Adlung danken wir für wertvolle Hilfe bei der Durchführung der Versuche.

Tabelle 4. Ergebnisse der im Jahre 1954 im Forstamt Emmerichshütte/Hunsrück durchgeführten Freilandversuche zur Rüsselkäfer-Anlockung mit den Methylestern der Leinölfettsäuren und Fichtenknüppeln in einer zweijährigen Fichtenkultur (Köderanlage im 10 × 20 - m -Verband)

Datum der Versuchsanlage	Datum der Kontrollen	Zahl der gefangenen Rüsselkäfer an	
		60 Fichtenknüppeln	60 Lockstoffködern
27. 7. 1954	4. 8. 1954	198	136
	12. 8. 1954	66	61
	19. 8. 1954	14	46
	1. 9. 1954	—	37
		278	280

Zusammenfassung

a) Freilandversuche mit natürlichen und synthetischen Lockstoffen zur Anlockung von *Hylobius abietis* werden beschrieben.

b) Der reine Linolensäuremethylester hat eine größere Lockwirkung im Labortest und in der Freilandprüfung als der „schwerflüchtige Neutralteil" aus Fichtenbast-Ätherextrakt.

c) Die Methylester der Leinölfettsäuren sind im Freiland bei Konkurrenz der natürlichen Fraßpflanzen des Rüsselkäfers mindestens genau so wirksam wie die natürlichen Lockstoffe in der Pflanze und haben eine längere Dauerwirkung als diese.

Literaturverzeichnis

Anonym, Neue Wege zur Rüsselkäfer-Bekämpfung. Allg. Forstzeitschrift 17, 1953.

Chauvin, R., Nouvelles recherches sur les substances qui attirent le doryphore *(Leptinotarsa decemlineata)* vers les pommes de terre. Ann. Inst. Nat. Rech. Agronom. Sér. **3**, 303, 1952.

Dethier, V., Chemical insect attractants and repellents. Philadelphia, 1949.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas, 2. Berlin, 1923.

Guillaume, H., Substances attractives pour les insectes. Chimie et Industrie **68,** 717, 1952.

Hesse, G., Kauth, H., Wächter, R., Fraßlockstoffe beim Fichtenrüsselkäfer *Hylobius abietis* L. Im Druck.

Hesse, G., Meier, R., Über einen Stoff, der bei der Futterwahl des Kartoffelkäfers eine Rolle spielt. Angew. Chemie **62**, 502, 1950.

Merker, E., Lockstoffe und Nährstoffe in Wirtspflanzen einiger Waldschädlinge. Allg. Forst- u. Jagdzeitung, 1952.

Ohnesorge, B., Der Einfluß von Geruchs- und Geschmacksstoffen auf die Wahl der Fraßpflanzen beim Großen Braunen Rüsselkäfer. Beiträge zur Entomologie **3,** 1953.

Schindler, U., Können niedrige Temperaturen den Erfolg der Schutzspritzung gegen *Hylobius abietis* beeinflussen? Forst und Holz, **9,** 1953.

Steiner, G., Zur Duftorientierung fliegender Insekten. Naturwissenschaften **40,** 514, 1953.

Wächter, R., Fraßlockstoffe des Großen Braunen Fichtenrüsselkäfers *(Hylobius abietis* L.). Diss. Freiburg 1952.

Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München

Zur derzeitigen Verbreitung des Japanischen Nutzholzborkenkäfers *Xylosandrus germanus* Blandf. im Bundesgebiete

Von

Heinrich E. Wichmann, Hebertshausen-München

Mit 2 Abbildungen

Bei dem 1952 von Groschke im Bundesgebiete — in der weiteren Umgebung Darmstadts — erstmals festgestellten *Xylosandrus germanus* Blandf. handelt es sich um eine japanische Schädlingsart, die auch schon in Nord-Amerika eingeschleppt wurde und sich dort verbreitet hatte. Das Vorkommen bei Darmstadt gab zu der Befürchtung Anlaß, daß sie in Mitteleuropa Fuß fassen und sich hier zu einem Obstbaum- und Forstschädling entwickeln könnte. Diese Vermutung wurde erhärtet durch die Entdeckung eines weiteren Fundortes in der Südpfalz und eines anderen in der Umgebung von Heilbronn (Kamp 1953).

Als Unterlage für etwa erforderliche Gegenmaßnahmen mußte zunächst versucht werden, Aufschluß über die derzeitige Verbreitung des neuen Schädlings im Bundesgebiete zu gewinnen. Auf Vorschlag des Münchener Institutes hatte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, in Würdigung der Bedeutung dieses Problemes, entgegenkommenderweise die Mittel für diese Arbeit zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle verbindlichst gedankt sei.

Der vorliegende Bericht umfaßt die Ergebnisse der in der Zeit von Juni bis Dezember 1954 im südwestdeutschen Raume (Pfalz, Hessen, Baden-Württemberg) durchgeführten Erhebungen, bei denen insgesamt 24 neue Fundorte festgestellt werden konnten.

Länderweite Walduntersuchungen zur Nachforschung nach einem eingeschleppten Borkenkäfer wurden im vorliegenden Fall in Europa erstmals als notwendig erkannt. Nach anfänglichen Voruntersuchungen konnte die Arbeitsmethode festgelegt werden. Dabei wurde von dem Grundsatz ausgegangen, daß *Xylosandrus germanus* eine in Ausbreitung begriffene Tierart mit noch unbekannten endgültigen Ausbreitungsareal ist. Dies machte es erforderlich, die bereits bestehenden Einsickerungspunkte aufzufinden und zu kartieren. Bei jedem Fundort mußte ferner festgestellt werden, ob er noch ein Kleinstareal darstellt oder ob er schon gemeinsam mit anderen Invasionspunkten ein lückenloses Großareal bildet. Wie dichtliegend zum richtigen Verständnis der augenblicklichen Verbreitung die Fundnachweise zu ermitteln wären, ist eine Frage theoretischer Vorstellungen ebenso wie gewonnener Erfahrung, also mit wachsender Einsicht verschieden. Innerhalb des potentiellen Gesamtareales ist der hervortretende Großraum erst dann vollbesetzt, wenn die einzelnen Wohnpunkte so dicht verzeichnet werden können, daß bei vorsichtiger Berücksichtigung der artlichen Propagationsmittel ein Individuenaustausch von Ort zu Ort kontinuierlich über das Areal hin möglich erscheint. Wie der gegenwärtig bekannte Ausbreitungsraum besiedelt wurde, war zudem unbekannt; so bestand die Möglichkeit, daß die Besiedelung entweder von mehreren,

über das ganze Gebiet verstreuten Invasionsstellen aus oder schrittweise erfolgte. Nachdem aber nur ein gröberes Übersichtsbild der derzeitigen Besiedelung zunächst zu ermitteln war, wurden die einzelnen Fundorte nach den politischen Gemeinden kartenmäßig aneinandergereiht. Ein etwaiges Fluktuieren der Ränder des Verbreitungsgebietes müßte aber an Hand einer feineren Kartierung später erkennbar sein.

A. Die heutige Verbreitung im Bundesgebiete

Da die Verbreitungsgeschichte des Japan. Nutzholzborkenkäfers bislang ungeklärt ist, kann nicht gesagt werden, inwieweit aktive Ausbreitung oder passive Verschleppung zum heute erkennbaren Verbreitungs-

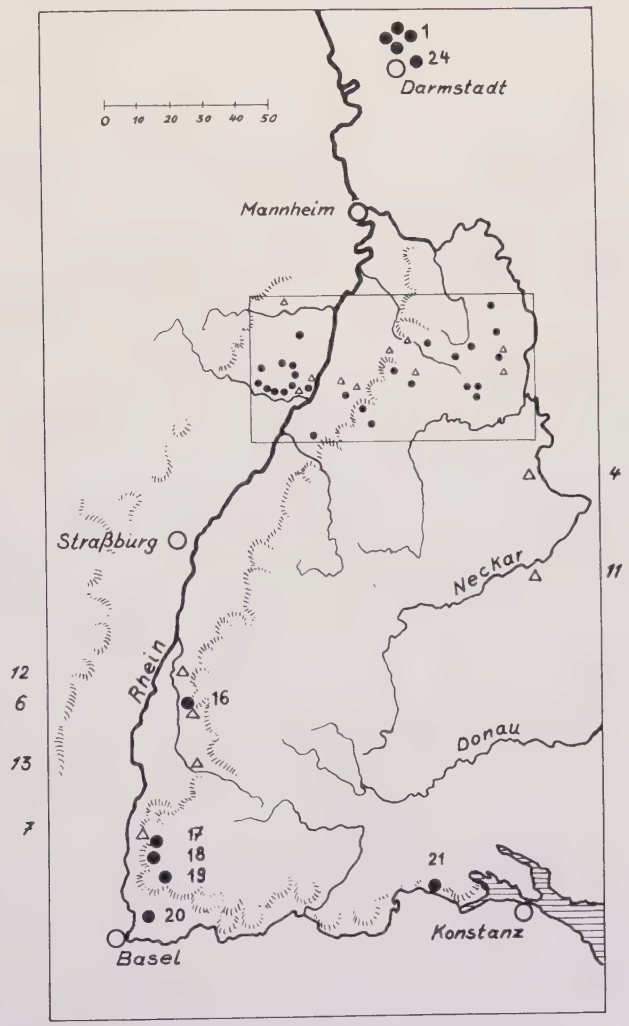


Abb. 1 Allgemein-Verbreitung des *Xylosandrus germanus* in Deutschland. ● Waldfunde: 1 Kranichstein, 16 Teningen, 17 Müllheim, 18 Vögisheim, 19 Kandern, 20 Lörrach, 21 Gailingen, 24 Darmstadt. △ Nachweise in Sägewerken: *4* Stuttgart, *11* Metzingen, *12* Kenzingen, *16* Teningen, *13* Freiburg, *17* Neuenburg

gebiet geführt haben. Es müssen daher die beachtenswerten Nachweise in Sägewerken von den Waldfunden getrennt angeführt werden.

Alle unten genannten Angaben beziehen sich zunächst auf die Karte 1 : 100 000 und weiterhin auf örtliche Flurnamen.

Waldfundorte

Zu Beginn der Untersuchungen waren drei Waldfundorte bekannt, von denen zwei sogleich als Gebiete einer zumindest lokalen Einbürgerung angesprochen werden konnten.

1. DARMSTADT: Der Bereich des Kranichsteiner Waldes, nördlich von Darmstadt, der von GROSCHKE im September 1952 als Einbruchstelle des *Xylosandrus germanus* erkannt und sogleich auf die örtliche Verbreitung des Käfers geprüft wurde.

2. HEILBRONN: Schwaigern, westl. von Heilbronn (KAMP 1953). Hier war in der Abteilung I/13 des Grafen Neipperg'schen Waldbesitzes am Nordabhang des Heuchelberges ein ♀ in einer sterbenden Buche aufgefunden worden. Nach meinen Erhebungen ist dieser Wald (SH: 256—300 m) in seiner ganzen Ausdehnung von *X. germanus* besiedelt.

3. KANDERN (Südpfalz): Bienwald. Linksrheinisch. Fundnachweis durch KAMP 1953.

Bei den eigenen Reisen wurden folgende neue Fundstellen nachgewiesen:

4. HEILBRONN: Massenbachhausener Wald (Karte: „Buchwald"). Etwa 3 km nordöstl. Schwaigern. Er ist eine langgestreckte, dem Heuchelberg vorgelagerte Waldinsel von fast 8 km Länge und zieht an Gemmingen vorbei bis Hichen (SH: 240—250 m). Der allein überprüfte Ostteil ist in seiner ganzen Ausdehnung besiedelt.

5. HEILBRONN: Fürfeld. Im 3 km nordwestl. gelegenen Walde (Abteilung: „Dachsbau"). SH: etwa 260 m.[1])

6. HEILBRONN: Strombergwälder zwischen Eibensbach und Ochsenbach. Hier wurde *X. germanus* am Nordhang nächst Eibensbach (Forstort: „Bannholz"), auf dem Bergrücken (Forstort: „Brand") und auf dem Südhang oberhalb Ochsenbach bei Kilometer 3, gefunden. Entfernung des ersten vom letztgenannten Punkte an 2 km (SH: etwa 250—390 m). Die angeführten Waldteile dürfen als besetzt gelten.

7. EPPINGEN: Wald von Sulzfeld, nächst der Seemühle, bei 230 m SH.

8. BRUCHSAL: Menzingen. Im Freiherrn von Menzingen'schen Privatwald (Forstort: „Eschbach"). SH: etwa 220 m.

9. KARLSRUHE: Jöhlingen. Im Gemeindewalde (Karte: „Hinterwald", SH: 220 m).

10. BRETTEN: Stadtwald (Karte: „Großer Wald"). An drei Punkten, deren Nord-Süd-Abstand etwa 1200 m beträgt (SH: 192—270 m).

11. DURLACH: Grünwettersbach. Im Gemeindewalde südl. der Ortschaft (Karte: „Edelberg", SH: etwa 290 m).

12. DURLACH: Reichenbach. Die genaue Lage im Walde muß noch erhoben werden.

13. KARLSRUHE: Stadtwald (SH: etwa 115 m). Nördlich (Forstort: „Oberwald") und südlich (Forstort: „Auerwald") vom Killisfeld.

14. EPPINGEN: Stadtwald, südl. vom Wasenhaus, bei etwa 240 m SH.

[1]) Die Kenntnis dieser Fundstelle verdanke ich Herrn Forstverwalter Niedermeier, Schwaigern.

15. KARLSRUHE: Malsch. Im Forstort „Klinge" des Gemeindewaldes, an der Grenze gegen Muggensturm-Oberweier (SH: etwa 160 m).

16. EMMENDINGEN: Teningen. Weiteres auf S. 256.

17. MÜLLHEIM (Südbaden): Stadtwald, bei 300 SH.

18. MÜLLHEIM: Vögisheim (Karte: „Eichwald"). Auf dem Bergrücken (SH: 350—400 m). Weiteres auf S. 256.

19. KANDERN: In der Gemarkung Obereggenen.

20. LÖRRACH: Forstort „Untere Winterhohle", Nebenau-Sand.

21. KONSTANZ: Gailingen, südl. von Gottmadingen.

22. NEUBURG/Rhein (Südpfalz): Im Auwald am Altrhein (SH: etwa 105 m).

23. HERXHEIM: Steinweiler (SH: etwa 125 m).

24. DARMSTADT: S. S. 253.

Nachweise im Lagerbestande von Sägewerken

Was diese Vorkommnisse faunistisch bedeuten, ist noch nicht erkennbar geworden.

An den nachgenannten Orten wurde *Xylosandrus germanus* auf den Lagerplätzen von Sägewerken, in seinen Fraßgängen, gefunden: Bretten, Bruchsal, Karlsruhe, Kenzingen, Neuenburg/Südbaden, Schwaigern und Stuttgart.

Für eine Reihe weiterer Ortschaften konnte der Nachweis des Vorkommens noch vor dem Antransport der Stämme indirekt erbracht werden, indem für die im Walde liegenden infizierten Stämme der Bestimmungsort für die Verarbeitung ermittelt wurde. Dies waren: Berg bei Neu-Lauterburg, Durlach, Freiburg i. Breisgau, Landau, Maximiliansau (Pfalz), Meimsheim bei Heilbronn, Metzingen bei Reutlingen, Öwisheim und Teningen, die demnach auch als vom Käfer bedroht anzusehen sind.

B. Die Verhältnisse in den einzelnen Arealen

Darmstadt (Kranichsteiner Wald)

Wie einleitend bemerkt, hatte hier Groschke *Xylosandrus germanus* im Waldteile Arheilger Wald erstmals für Deutschland festgestellt[2]). Nach der Veröffentlichung stellte es sich heraus, daß Dr. H. Vogt, Darmstadt, bereits ein Jahr vorher (27. Okt. 1951) ein ♀ im selben Raume wie Groschke erbeutet hatte.

Die ersten Funde Groschkes vom Herbst 1952 liegen in den Abteilungen: VI/53, /55, /56, /57, /28 und /29.

Im Frühjahr 1953 kamen Nachweise aus den Abteilungen: VI/58, /60, /62, /66, VII/2 und /11, im Frühjahr 1954 aus VII/4, /6 und /16 dazu.

[2]) In diesem Abschnitt beziehe ich mich auf die Forstkarte des Domanial-Waldes Kranichstein.

Eine Kartierung der positiven und negativen Suchpunkte Groschkes vom Herbst 1952 (14. u. 15. X.), Frühjahr 1953 (25. u. 26. IV.) und Frühjahr 1954 (12. u. 13. V.) befindet sich im Institut f. angew. Zoologie in München.

Meine Nachsuche im Kranichsteiner Wald erfolgte im Herbst 1954. Er ist in weitem Umfange mit Fundstellen übersät und es lohnt sich nur, die Randpunkte des *Xylosandrus*-Vorkommens anzuführen:

Hinter den Häusern des Messeler Ortsteiles Zimmern, an der Schwarzlackenschneise, westlich von der Dieburger Straße am Messeler Weg, kurz vor dem Nadelwald; um die ehemalige Braunkohlengrube; am Steinnickelsweg bei der Einmündung der Schirmschneise; in der Abteilung VIII/21, am Westrand gegen die Wiese; in der Abteilung IX/12 der Fasanerie und in der Abt. 44 des Darmstädter Stadtwaldes, gleich hinter dem Forsthause Hirschköpfe; in der Abteilung VI/25 nahe dem Messeler Forsthaus, sowie in der Abteilung VI/19.

Nördlich von den letztgenannten Punkten — im Mörsbacher Grund, Arheilger Koberstadt und Tannacker — konnte der Eindringling nicht gefunden werden. Auch GROSCHKE hatte hier vergeblich gesucht. Diese Waldteile sind m. E. unbesetzt.

Es wurde sodann die Nachsuche weit über Messel hinaus, längs der Straße nach Offenthal, gegen Philippseich, nach Langen, sowie gegen Mörfelden vorgetragen. Doch an keiner dieser für eine Besiedelung durchaus taugenden Stellen konnte der Käfer festgestellt werden. Ebenso war die Nachsuche längs der Dieburger Straße, an der schon ab Kilometer 9 die Kiefer immer mehr hervortritt, erfolglos. Die Fundstelle Steinnickelsweg liegt fast genau an der Arealgrenze. Hier bilden die Roßdorfer Kieferwälder ein natürliches Ausbreitungshindernis. Der Käfer fehlt aber schon in den „Dachsbergen" und am „Vorderen und Hinteren Kahleberg". Ferner konnte er längs der Straße Darmstadt—Roßdorf, wie auch in den Wäldern zwischen Darmstadt und Traisa nicht aufgefunden werden.

Im Osten der Stadt konnte der Käfer aber doch nächst dem Botanischen Garten, an der Vereinigung der Bahnlinien von Roßdorf und Traisa, nachgewiesen werden. Möglicherweise wird er von hier aus gegen Osten vorstoßen.

Verglichen mit den Verhältnissen vom Herbst 1952, schien die Population des *Xylosandrus germanus* 1954 stark vermindert. Es dürfte dies wahrscheinlich auf einen ungünstigen Saisonbeginn zurückzuführen sein.

Von auffallenden Erscheinungen ist zu erwähnen, daß mehrmals im Jungkäferstadium abgestorbene Familien aufgefunden wurden, die von den Hyphen eines unbekannten Pilzes, möglicherweise des verwilderten Ambrosiapilzes, locker umsponnen waren.

An einigen Stellen entstand ähnlich wie im Bienwald der Eindruck, daß *Xylosandrus germanus* ungern in Bestände einfliegt, deren Stammraum durch Unterwuchs, enge Bestockung u. ä. stark verstellt ist. Eine Analyse dieser Verhältnisse soll später versucht werden.

Bienwald

Das Vorkommen von *Xylosandrus germanus* in diesem Gebiete wurde von KAMP (1953) entdeckt. Genaue Angaben über die Stellen, an denen der Käfer gefunden wurde, sind jedoch KAMPS Bericht nicht zu entnehmen.

Bei meiner Nachsuche im August 1954 fand ich den Käfer im gesamten Areal. Wie beim Darmstädter Vorkommen erübrigt es sich, die im Waldinnern gelegenen Fundpunkte anzuführen.

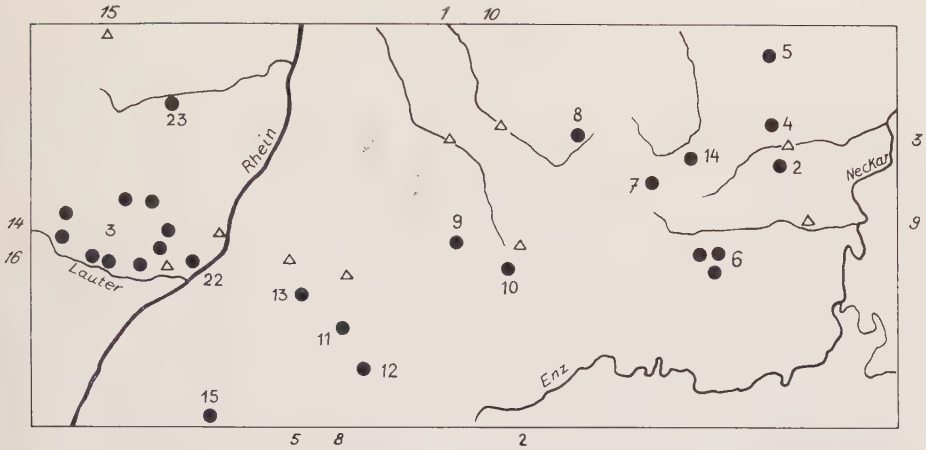


Abb. 2 Das Schwerpunktgebiet Bienwald-Schwaigern: ● 2 Schwaigern, 3 Bienwald, 4 Massenbachhausen, 5 Fürfeld, 6 Stromberg, 7 Sulzfeld, 8 Menzingen, 9 Jöhlingen, 10 Bretten, 11 Grünwettersbach, 12 Reichenbach, 13 Karlsruhe-Killisfeld, 14 Eppingen, 15 Malsch, 22 Neuburg/Rh., 23 Steinweiler. △ *1* Bruchsal, *2* Bretten, *3* Schwaigern, *5* Karlsruhe, *8* Durlach, *9* Meimsheim, *10* Öwisheim, *14* Maximiliansau, *15* Landau, *16* Berg

Von den Fundstellen, die — zumeist an Waldrändern gelegen — Waldgrenze und Käferareale abdecken, seien die folgenden genannt:

Im Südosten, links und rechts der Straße Hagenbach-Berg; nordwestl. vom „Rosengarten"; Scheibenhardt, an der Straße zum Rondell und beim Brunnenhaus; im Watt; an der Straße östl. der Bienwaldmühle; südl. von Schaidt, wo die verlängerte Bildstraße mit der Besitzgrenze des früheren Klosters Weißenburg zusammentrifft (Karte: „Heilbach"); von der Bildstraße nach Norden zur Hardtmühle abzweigende Straße; im Waldorte Oberbuch (armdicke Buchenstange); um den Weiler Langenberg; um Kôte 120, an der Straße Hagenbach—Langenberg.

Stellenweise ist der Käfer häufig, kann aber unweit davon, bei anscheinend nicht andersartiger Umwelt, fehlen. Dies beruht wohl darauf, daß der Käfer Schlägerungen und Durchlichtungen nachzieht, diese Klein-Fehlstellen (für die noch kein Charakteristikum aufzufinden war) aber unbesetzt läßt. Die Auswirkung zu verstellten Stammraumes war auch hier zu erkennen.

Der Bienwald ist gegenwärtig das größte, nachgewiesen geschlossen besetzte Verbreitungsgebiet des *Xylosandrus germanus*. Auch hier scheint die Flugzeit 1954 ungünstig verlaufen zu sein: eine als normal anzusprechende Populationsdichte wurde jedenfalls nicht vorgefunden.

Im Bienwalde, einem Eichen-Buchen-Mischwald, sind vielenorts Kiefern einzeln und bis zu größeren Reinbeständen eingesprengt. Die Reinbestände schließen den Käfer natürlich aus. Es scheint ihm aber schon eine geringere Durchmischung mit Kiefer nicht zuzusagen.

Die Waldteile des westlichen Bienwaldes und des Mundatwaldes sind fast reine Kiefernbestände und bieten daher keine Brutgelegenheit. Ob der Neubürger über solche Flächen auf die vielen eingesprengten Buchenhorste überspringen kann, ist nicht bekannt.

Die westlichen Waldteile wurden nicht abgesucht. Es ist daher noch offen, ob die Ausbreitung nach Westen abgeriegelt ist. Jedenfalls ist es nicht gelungen, *Xylosandrus germanus* an den klimatisch so sehr begünstigten Ostabhängen des Pfälzer Waldes (in den Forstamtsbezirken Bergzabern-

Süd und Bergzabern-Nord) nachzuweisen, die durch spontanes Vorkommen der Edelkastanie ausgezeichnet sind.

Nach Norden zu wird aktiver Raumgewinn durch die reinen Kiefernbestände des gegen Jockgrim, Rheinzabern und Hatzenbühl ziehenden Nordostzipfels des Bienwaldes offensichtlich erschwert. Jedenfalls konnte der Japaner in den Laubwaldparzellen längs des Erlenbaches (zwischen Winden und gegen Hatzenbühl) nicht gefunden werden.

Dennoch ist der weiter nördlich gelegene Wald bei Steinweiler, östlich der Rottmühle, von ihm erreicht. Dies ist der nördlichste Fundort in der Pfalz. Aber auch hier dringt der Käfer nicht zu dem rasch sich zu reinen Kiefernbeständen umwandelnden Ostteil des Waldes durch.

Mit einer Fundstelle im Auwalde vor Neuburg/Rhein schiebt sich *Xylosandrus germanus* nahe an den Rhein heran. Zum Bienwalde besteht nur eine ganz schmale Verbindung.

Teningen

Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer wurde hier im Gemeindewald südlich des Dorfes Teningen gefunden. Der Gemeindewald ist der nordöstliche, streifenförmige Teil einer fast 8 km langen und maximal 3,5 km breiten Waldinsel, die von Wiesen und Feldern umgeben wird.

Der Käfer wurde hier nur auf einem kleinen Areal von etwa 200 m Durchmesser in der Abteilung 6 aufgefunden. Jedoch war der Besatz des Stammholzes und mancher Stöcke hoch. An berindeten Teilen von Stöcken fanden sich bis zu 7—8, an rindenlosen Flächen von Stammholz bis zu 7,5—8,7 Bruten je qdm.

Im Durchschnitt betrug die Nachkommenzahl: 42,7 (40 Auszählungen).

Dieses Neuareal ist durch seine von den Schwerpunktgebieten entfernte Lage und seinen geringen Umfang ausgezeichnet. Es machte den Eindruck einer ziemlich jungen Niederlassung. Soweit die umliegenden Wälder besucht werden konnten, wurde kein Käfer-Vorkommen festgestellt. Wie der Herd entstanden ist, war nicht zu erkennen.

In anderen Teilen des Teninger Waldes, in Richtung gegen Nimb, Reute, Wasser und Denzlingen, konnte weder florierender, noch alter Fraß gefunden werden.

Vögisheim

Der Eichberg (350—400 m SH) ist das zur Zeit höchstgelegene Vorkommen des *Xylosandrus germanus*. Hier war auffallend, daß zwar alles liegende Eichenstammholz besetzt war, aber in keinem der 113 untersuchten Eichen- und Buchenstöcke Spuren des Käfers zu finden waren. Nach diesem Eindruck müßte der Wald, sobald das Stammholz weggeführt war, käferlos geworden sein.

Wie sich das Vorkommen im Müllheimer Stadtwald zum Vögisheimer Befallsgebiet verhält, bleibt noch zu untersuchen. Beachtlich ist, daß in den südlich anschließenden Wäldern, gegen Feldberg und bis zum Hörnle der Käfer nicht aufgefunden wurde. Ebenso fehlte er noch weiter südlich (5 km) bei Liel (Landkreis Kandern) auf dem Berge Stocken.

C. Die Brutpflanzen

Zu den bisher in Europa festgestellten Brutpflanzen kommen noch einige weitere Arten. Sie sind im folgenden mit den Brutpflanzen aus der Heimat Japan von *Xylosandrus germanus* und jenen seiner nordamerikanischen Neuheimat zusammengestellt.

Von den außereuropäischen Brutpflanzen wurden in der Übersicht aber nur solche berücksichtigt, die mit europäischen Arten verwandt sind. (Bekanntlich brütet *Xylosandrus germanus* in Japan in zahlreichen Holzgewächsen subtropischer Zugehörigkeit, so auch im Teestrauch, aber auch im Maulbeerbaum. In den USA wurde er außerdem in Gewächshausreben festgestellt.)

Japan:	Nordamerika:	Deutschland:	Fundstellen im Bundesgebiet:
—	—	*Betula verrucosa*	3, 23[3])
Alnus tinctoria glabra			
Aln. incana var. glauca	—	*Alnus glutinosa*	16
Carpinus laxiflora	—	*Carpinus Betulus*	1, 3, 16
Fagus sieboldiana			
Fagus crenata	*Fagus americana*	*Fagus silvatica*	allgemein
Castanea crenata	—	—	
Quercus paucidentata	„oak“	*Quercus pedunculata*	allgemein
		Qu. sessiliflora	allgemein
		Qu. rubra	1
—	„elm“	*Ulmus effusa*	4
—	„Red Maple“	*Acer pseudo-platanus*	16, 1
—	—	*Robinia pseud-acacia*	13
—	—	*Picea excelsa*	3
—	—	*Pinus Strobus*	*1*
Pterocarya rhoifolia	„Hickory“	*? Juglans regia*	*3*

Im Falle des Walnußbaumes konnten nur früh verlassene Brutbilder ohne Käfer und Larven untersucht werden. Das Kaliber der Einbohrgänge deutete auf *Xylosandrus germanus* als Urheber hin.

Zusammenfassung

Die heute bekannten Fundstellen des *Xylosandrus germanus* Blandf. im Bundesgebiete halten sich an die Eichen-Buchen-Wälder und verteilen sich von Darmstadt an über das Neckarbergland den Rhein aufwärts bis zum Oberrhein zwischen Konstanz und den südlichen Westhängen des Schwarzwaldes.

Außer dem bekannten Darmstädter Großareal sind nach dem bisherigen Stand der Ermittlungen zwei Schwerpunkte der Verbreitung im Bundesgebiete erkennbar: Die Südpfalz mit dem Neckarbergland einerseits und das rechte Rheinufer, vom Südwestschwarzwald bis nahe an den Bodensee heran anderseits.

Die höchstgelegene Fundstelle mit normaler Population und normaler Nachkommenzahl liegt bei etwa 400 m SH.

[3]) Die Zahlen entsprechen den Fundorts-Nummern.

Es konnten bis jetzt 12 Brutpflanzen aus dem europäischen Raume festgestellt werden, darunter 2 Coniferen.

Wahrscheinlich, aber nicht sicher nachgewiesen ist das Brüten des Käfers im Walnußbaum. Dies würde sich mit den heimatlichen und amerikanischen Verhältnissen des Käfers decken, wo er in Flügelnuß, bzw. Hickory gefunden wurde.

Literaturverzeichnis

Clausen, C. P., U.S. Dept. Agric. Circ. No: 168, 1931.
Felt, E. P., J. econ. Ent. **25,** 1932.
Gauss, Aus der Heimat, Oktoberheft 1952.
Groschke, Fr., Z. angew. Ent. **34,** 1952.
— — Anz. Schädlingskunde **26,** 1953.
Hoffmann, C. H., J. econ. Ent. **34,** 1941.
Horion, A., D. Ent. Z., N. F. 1, 1954.
Kamp, H., Holz-Zentralbl. **79,** 1953.
— — Ibid., S. 1194.
Murayama, J., J. Nat. Hist. Soc. Chosen **11,** 1930.
— — Annot. Zool. Japan. **14** (3), 1934.
— — Tenthredo, 1936.
Niisima, Y., Trans. Sappor. Soc. Nat. Hist. **3,** 1905.
— — Ibid. **5,** 1913.
Wichmann, H. E., in S o r a u e r : Handb. Pflanzenkrankh. Bd. 5, 1954.
— — Z. angew. Ent. **37,** 1955.

Personalien

Prof. Dr. med. et phil. ERICH MARTINI 75 Jahre alt

Freudig bewegt und voll tiefer Dankbarkeit dachten am 19. März dieses Jahres sicherlich nicht nur in Deutschland, sondern auch im Ausland zahlreiche Entomologen, Parasitologen, Hygieniker und Epidemiologen an Erich Martini, der in Hamburg bei voller körperlicher Rüstigkeit und geistiger Frische seinen 75. Geburtstag begehen konnte. In dem Jubilar sehen wohl alle diejenigen, die mit der Erforschung, Abwehr und Vertilgung gesundheitlich wichtiger Tiere sowie der durch Tiere übertragbaren Seuchen zu tun haben, in der Worte vollstem Sinne ihren Lehrer und Meister, auch wenn sie seine Vorlesungen nicht gehört und mit ihm nicht am gleichen Institut zusammengearbeitet haben. Denn ihnen ist Martinis „Lehrbuch der Medizinischen Entomologie" das unentbehrliche Handwerkszeug, der selten vergeblich befragte Ratgeber und eine nie versiegende Quelle von Anregungen. Als es 1923 erstmalig erschien, da bedeutete das nicht nur eine Pionierleistung besonderer Art, sondern schlechthin die Begründung und Wegbahnung einer neuen, sehr bedeutungsvollen wissenschaftlichen Disziplin in Deutschland. Das Buch erschien, vor drei Jahren in vierter Auflage, und man kann sich kaum vorstellen, daß es mal übertroffen werden könnte. Es hat auch im Ausland weite Verbreitung gefunden und viel zur Hebung und Erhaltung des Ansehens deutscher Wissenschaft in der Welt beigetragen.

Große Beachtung fand auch Martinis Buch „Wege der Seuchen". Es zeichnet sich durch besondere Originalität aus und enthält eine solche Fülle von geistreichen Gedankengängen und Anregungen, daß es sicherlich für lange Zeit richtungweisend sein wird. Seine zahlreichen sonstigen Veröffentlichungen in Handbüchern und Fachzeitschriften sind Musterbeispiele exakter, tiefschürfender Forscherarbeit und geschickter Darstellung. Gespräche mit ihm sowie seine Vorträge und Diskussionsbemerkungen auf nationalen oder internationalen Tagungen wie auch auf kleinen Vortragsabenden und fachlichen Zusammenkünften wirkten, wenn es um theoretisch oder praktisch schwierige Fragen ging, immer klärend, fördernd und anregend.

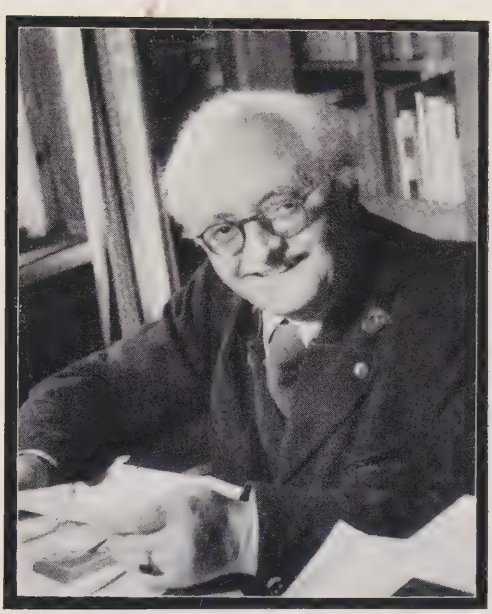
Es ist nicht möglich, hier all die wissenschaftlich wichtigen Feststellungen Martinis aufzuzählen oder auch nur alle Probleme zu nennen, die er als erster erkannt und zu deren Lösung er entscheidend beigetragen hat. Erwähnt sei nur folgendes: Bevor er sich der angewandten Wissenschaft zuwendete und dafür im Hamburger Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten die geeignete Wirkungsstätte fand, hatte er auf Grund systematischer, morphologischer und ontogenetischer Studien an Nematoden und Rotatorien den Begriff der Zellkonstanz im Tierreich aufgestellt, der sich in phylogenetischer und entwicklungsmechanischer Hinsicht als sehr fruchtbar erwies. Später folgten dann die grundlegenden Untersuchungen über die Systematik, Biologie und Ökologie der Stechmücken, zum Problem „Anophelismus ohne Malaria", zur Rassenfrage bei *Anopheles maculipennis*, über die Bedeutung des Mikroklimas in der Biologie der Stechmücken, zur Verwurzelung des Seuchengeschehens in der Lebensgemeinschaft von Erreger, Überträger und Wirt, zur Bindung der Epidemien an Boden, Klimaverhältnisse und an das Kulturniveau der Menschen und dann die mathematische Behandlung und Formulierung epidemiologischer Vorgänge.

Aber was uns immer von neuem wieder an Martini so tief beeindruckt, sind nicht nur sein großes Wissen, das er auf einem ungewöhnlich breit angelegten Universitätsstudium basierend durch zähen Fleiß stets weiter vermehrt hat, seine umfangreichen Erfahrungen, die er vor allem auch durch seine vielen und weiten Auslandsreisen gewinnen konnte, und die Klarheit seines Denkens, sondern mehr noch die Selbstverständlichkeit und die Selbstlosigkeit, mit denen er auch in schweren Zeiten sich, seine starke Persönlichkeit, ganz der liebgewonnenen Wissenschaft hingab und auch heute noch hingibt, dieses bedingungslose, unbeirrbare Dienen im Rahmen einer großen Aufgabe, deren Gegenstand Leben und Gesundheit aller Menschen der Erde sind.

Martinis Werdegang hier zu beschreiben, erübrigt sich. Er wurde bereits an vielen anderen Stellen aufgezeichnet (z. B. in dieser Zeitschrift Bd. 31 S. 636 anläßlich des 70. Geburtstages), und dort sind auch die Ehrungen genannt, mit denen — z. T. schon vor vielen Jahren — eine Reihe wissenschaftlicher Gesellschaften dem Jubilar die verdiente Anerkennung gezollt hat. Erwähnt sei nur noch, daß ihm im vorigen Jahre durch die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie die Karl-Escherich-Medaille und von der Deutschen Entomologischen Gesellschaft die Fabricius-Medaille verliehen wurde.

Wir beglückwünschen Erich Martini zu seinem wahrhaft großen und schönen Lebenswerk. Nicht allein unsere Wissenschaft, die gesamte Menschheit ist ihm zu Dank verpflichtet.

H. Kemper



Dr. Hans Walter Frickhinger zum Gedenken

Am 25. Januar 1955 ist Dr. Hans Walter Frickhinger wenige Monate nach seinem 65. Geburtstage entschlafen.

Hans Walter Frickhinger wurde am 18. 9. 1889 in Nördlingen geboren. Er entstammt einem alten schwäbischen Patriziergeschlecht. Schon im Elternhause wurden die Naturwissenschaften dem Jüngling nahegebracht, waren doch Frickhinger durch 3 Jahrhunderte Naturwissenschaftler, Mediziner und Pharmazeuten.

Nach Abschluß der Gymnasialzeit in Augsburg studierte Frickhinger Naturwissenschaften, besonders Zoologie an den Universitäten München und Freiburg/Br., wo er 1914 bei Doflein promovierte.

Von 1915—1919 war Frickhinger Assistent bei K. Escherich am Institut für angew. Zoologie in München. Von 1919—1929 war er im praktischen Pflanzenschutz führend tätig; von 1919—1931 führte er die Literaturabteilung für Pflanzenschutz in Leverkusen.

Frickhinger verfügte über ein universelles Wissen und eine souveräne Beherrschung der Fragen der Schädlingsbekämpfung. Die angewandte Entomologie hat ihm viel zu danken. Er stand seit je in der vordersten Reihe jener, die unter Escherich's Führung diese Wissenschaft ausbauten und ihr jenen Rang erkämpften, den sie heute einnimmt. So gehörte er auch seit 1949 dem Vorstand der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie an. 1948 übernahm er die Schriftleitung des „An-

zeigers für Schädlingskunde" und hat dieses Fachorgan der Gesellschaft für angewandte Entomologie in glücklichster Weise ständig erweitert und gefördert. Außerdem ist er der Gründer und Herausgeber der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", die er in wahrlich meisterhafter Weise ausgestaltet hat.

Es ist hier nicht möglich, aller seiner fachlichen Arbeiten zu gedenken. Von seinen fachlichen Büchern seien aber doch zwei hier besonders hervorgehoben, der „Leitfaden der Schädlingsbekämpfung" (2. Auflage 1946, die Neubearbeitung zur 3. Auflage hatte er im Winter 1954 fast fertiggestellt) und „Schädlingsbekämpfung für jedermann" (1951, 5. Auflage).

Frickhinger war aber nicht nur Fachmann, er war ein tiefinnerlicher Mensch in der edelsten Bedeutung dieses Wortes, der Kunst, der Natur, kurz allem Schönen und allen hohen geistigen und seelischen Zielen zutiefst verbunden. Die Natur war ihm beseelt, sein feines Naturempfinden kommt so richtig in seinem feinsinnigen Büchlein „Natur um uns" zum Ausdruck. Wie in diesem Büchlein hat er in allem höchste Form gewahrt und gepflegt.

Unsere Freundschaft entwickelte sich während seiner Tätigkeit in Wien und vertiefte sich immer mehr. Frickhinger als Freund nahestehen zu dürfen, war ein hoher, menschlicher Gewinn, und die mit ihm in seinem gepflegten, von guten Pennaten behüteten Heim im Isartal verlebten Stunden gehören zu den unvergeßlichen Erlebnissen. Sein Tod ist schmerzlich, hat er doch Unersetzliches entrissen, denn jeder wahrhaft große Mensch ist menschlich unersetzlich. Wahrhafte Größe ist gezeichnet durch die Art, wie der Mensch als Fachmann für seine Wissenschaft kämpfend seinen Weg geht und gezeichnet durch hohes Menschentum. Diese Art war Frickhinger eigen. Wir werden unseren Hans Walter Frickhinger nie vergessen. —

E. Schimitschek — Hann.-Münden

Referate

Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie e. V. auf der zwölften Mitgliederversammlung zu Frankfurt a. M. vom 27.—29. Okt. 1952. Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben von H. W. Frickhinger und G. Becker. 203 Seiten mit 79 Abbildungen, Verlag Paul Parey / Berlin und Hamburg. Preis: Brosch. DM 20,—.

Die Verhandlungen beinhalten die Manuskripte der meisten Vorträge, die während der im Titel genannten Versammlung abgehalten wurden. Mit eines der vordringlichsten Probleme der angewandten Entomologie ist die Abwehr eingeschleppter Schädlinge, die sich durch die Intensivierung des internationalen Handelsverkehrs im mitteleuropäischen Raum in gesteigertem Maße bemerkbar machen. In richtiger Einschätzung dieser Gefahr hatte der Vorstand der Gesellschaft „Die Einschleppung ausländischer Schädlinge" als Rahmenprogramm für die Tagung bestimmt. In einem Teil der Vorträge — Drees (Kartoffelkäfer), Schimitschek *(Hyphantria cunea)*, Thiem (San José-Schildlaus), Kruel (Douglasienwollaus), Zacher (div. Vorrats-Coleopteren und -Lepidopteren), Weidner (Termiten), Plate (Gewächshaus-Insekten und -Mollusken), Krause (Obstschädlinge) und Groschke *(Xylosandrus germanus;* Erschienen in: Z. ang. Entomol. 34, 1952) — wurden Probleme dieser Art behandelt. In weiteren Referaten wurde vorzugsweise von einheimischen Schädlingen berichtet, wobei Abhandlungen über Vogelparasiten (Kemper: Mauerseglerlausfliege), Holzinsekten (Becker: Räuber und Parasiten von Bauholzzerstörern, Groschke: Eichenkernkäfer), Populationsdynamik und Massenwechsel (Ganter: Vorratsschädlinge, Francke-Grosmann: Riesenbastkäfer, Franz: *Adelges piceae,* Andersen: Hopfenzünsler, Bender: Apfelwickler und *Laspeyresia janthinana),* sowie Probleme der chemischen Bekämpfung (Duspiva: Wirkungsweise von Insektiziden, Hüter, Wolfram: Methylbromid, Wellenstein: Arsenfreie Fraßgifte u. a.) im Vordergrund standen. Erfreulicherweise fand auch die hygienische Entomologie (Döhring: Vespiden, Kirchberg: Schmeißfliegen) und die Bienenkunde mit den mit ihr zusammenhängenden Gebieten (Zwölfer: Waldbienenweide, Schmutterer: Honigtauerzeuger, Koch & Schwarz: Pollen- und Honig-Wirkstoffgehalt, Gontarski: Bienenfermente, und Kaeser: Bienenmilbenbekämpfung) gebührende Beachtung, so daß die Vortragsreihe fast das gesamte Gebiet der angewandten Entomologie umfaßte. — Stockhammer, München.

Gruner, H. E., Leuchtende Tiere. Die Neue Brehm-Bücherei, Heft 141. 96 S., 51 Abb. A. Ziemsen Verlag Wittenberg 1954. Preis: Brosch. DM 3,75.

Das Phänomen des Leuchtvermögens im Tierreich wird hier in seiner ganzen Mannigfaltigkeit dem heutigen Stand unserer Kenntnisse entsprechend in gemeinverständlicher, doch wissenschaftlich einwandfreier Form dargestellt. Unter den Tracheaten werden als hierher gehörig Leuchtkäfer, sowie leuchtende Vertreter von Mückenlarven, Collembolen und Chilopoden behandelt. — Z.

Sedlag, U., Hautflügler II. Die Neue Brehm-Bücherei, Heft 139, 56 S., 33 Abb. A. Ziemsen Verlag Wittenberg 1954. Preis: Brosch. DM 2,25.

Das vorliegende Heft gibt einen guten orientierenden Überblick der Tenthredinoidea (Blatt-, Halm- und Holzwespen), die der Verfasser seiner früheren Bearbeitung der aculeaten Hymenopteren folgen ließ. Die Art, wie er Bau, Entwicklung und Bionomie dieser Unterordnung in allen wesentlichen Zügen behandelt, zeugt von Sachkenntnis, praktischer Erfahrung und Vertrautheit mit dem einschlägigen Schrifttum. Bei der erheblichen wirtschaftlichen Bedeutung, die zahlreiche Vertreter der Tenthredinoidea besitzen, wird auf diese näher eingegangen, ohne damit den Rahmen der als Einführung gedachten Schrift zu überschreiten. — Z.

Goetsch, W., Vergleichende Biologie der Insektenstaaten. 2. Aufl., 482 S., 93 Abb. Akad. Verlagsges. Geest & Portig K. G. Leipzig 1953. Preis: DM 28,—.

Das kurz vor dem Kriege in erster Auflage erschienene Werk, das Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Biologie bei Bienen, Ameisen und Termiten (die allein echte Staatenbildung zeigen) behandelt, ist in der vorliegenden zweiten Auflage erfreulicherweise um die in der Zwischenzeit neu gewonnenen Einsichten erweitert worden. Neben den Vorstufen des staatlichen Lebens, denen ein eigenes Kapitel gewidmet ist, wird im Hauptteil der Aufbau der Insektenstaaten und ihr Lebensablauf behandelt. Im Abschnitt über „Altern und Vergehen" vermißt man einen Hinweis auf das sogenannte „stille Umweiseln" der Honigbiene, durch das die Völker auch ohne menschliches Zutun überalterte Königinnen durch junge ersetzen und damit auch unter natürlichen Verhältnissen den Fortbestand ihres Staates sichern können. Unrichtig ist die Darstellung (S. 436), daß drohnenbrütige Bienenvölker mit Drohnenmütterchen durch die Hilfe des Imkers noch gerettet werden können: Bei Eintritt von Drohnenbrütigkeit durch Afterweisel ist ein Bienenvolk verloren. — Druck und Ausstattung des Buches lassen nichts zu wünschen übrig. — Z.

Mühle, E., Die Krankheiten und Schädlinge der zur Samengewinnung angebauten Futtergräser. 167 S., 35 Abb. S. Hinzel Verl. Leipzig 1953. Preis: Hln. DM 8,80.

Eine wertvolle Neuerscheinung, die auf langjährigen eigenen Beobachtungen, Erfahrungen und systematischen Untersuchungen fußend, unter Berücksichtigung des einschlägigen Schrifttums (der Literaturnachweis umfaßt 429 Titel) erstmalig eine zusammenfassende Darstellung der Krankheiten und Schädlinge unserer wichtigsten Futtergräser bringt. Zwei Drittel davon entfallen auf tierische Schädlinge, ein Drittel auf pilzparasitäre Krankheiten. Die von der Praxis meist unterschätzten Ausfälle können jahrgangsweise und örtlich recht erheblich sein: 1940 bis 35%, anderwärts (Finnland) bis 70%. Neben den Wurzelschädlingen wie Engerlingen, Drahtwürmern und verschiedenen Tipula-Arten sind es besonders Pflanzenläuse (unter diesen namentlich die subterranen Formen), Thrips-Arten, sowie auffallend zahlreiche Blütengallmücken (für die 19 verschiedene Arten genannt werden), die den Futtergrassamenbau schädigen. — In aufeinanderfolgenden Abschnitten werden besprochen: Krankheiten und Schädlinge während der Jugendentwicklung, Wurzelschädlinge, Schadformen an Trieben und Blättern, solche während des Schossens, Blühens und während der Samenreife (wobei das Problem der Weißährigkeit unserer Gräser besonders eingehend gewürdigt wird). Abschließend werden die Schädlinge nach den Gräserarten (meist listenmäßig) zusammengestellt und behandelt. Die Schrift, die im wesentlichen 1945 abgeschlossen wurde, berücksichtigt auch die bis dahin angewandten Bekämpfungsverfahren (nicht jedoch die neuen Insektenkampfstoffe, die nach dem Kriege entwickelt wurden). Bei der ständig wachsenden Bedeutung der Futtergräser für die heimische Landwirtschaft ist diese Neuerscheinung der Pflanzenschutzliteratur dankbar zu begrüßen. — Z.

Boettger, C. R., Die Stämme des Tierreichs in ihrer systematischen Gliederung. Sonderdruck aus Abh. Braunschw. Wiss. Ges. IV, 1952, S. 238 bis 300. F. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1952. Preis DM 2,85.

Nach einleitenden Ausführungen über die historischen Voraussetzungen und über die Grundlagen der neueren Systematik, bringt die Schrift im Hauptteil eine Übersicht des Systems der Tiere. Es umfaßt die Metazoa der älteren Systematik (ohne die Protisten, die wie Schizophyten und Metaphyten als eigene Reiche aufgefaßt werden). Die Viren sind nicht berücksichtigt. Die Übersichten gehen im übrigen bis zur U. Odg. Innerhalb der Arthropoden werden die Apterygoten als eigene Klasse neben jene der Insekten gestellt. Von letzterer weist die Gliederung 31 selbständige rezente Ordnungen neben 12 ausgestorbenen auf. Bemerkenswert sind die in einer gesonderten Übersicht zusammengestellten Zahlen der bekannten rezenten Tierarten: Unter insgesamt 1 017 700 entfallen 810 000 auf den Kreis der Arthropoden, von denen 750 000 den Insekten angehören, die damit die bei weitem artenreichste Tiergruppe der Gegenwart darstellen. — Z.

Nematoden der Kulturpflanzen Europas

Von Dr. H. GOFFART

1951. 144 Seiten mit 91 Abbildungen. In Ganzleinen DM 18,—

Das Buch stellt eine moderne und umfassende deutschsprachige Veröffentlichung auf dem Gebiet der Nematodenforschung dar. Praxis und Wissenschaft erhalten durch dieses auf Grund jahrzehntelanger Beobachtungen geschaffenen Werkes eine klare Übersicht über die wichtigsten Arten der Nematoden und die durch sie hervorgerufenen Schäden an den verschiedenen Kulturpflanzen. Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis sowie alphabetische Zusammenstellungen der berücksichtigten Pflanzen und der aufgeführten Nematoden erhöhen die Übersichtlichkeit dieses hervorragend ausgestatteten und mit zahlreichen Zeichnungen und Abbildungen versehenen Werkes.

„Goffart hat es verstanden, ein Nachschlage- und Bestimmungsbuch zu schaffen, welches alles Überflüssige vermeidet und dafür das Wesentliche klar und eindringlich für Fachkreise zusammenfaßt."

Berichte über die gesamte Biologie —

Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung

Von Prof. Dr. W. KOTTE

Direktor des Staatlichen Instituts für Pflanzenschutz in Freiburg i. Br.

2. Auflage, 1948.

337 Seiten mit 213 Textabbildungen und 8 Farbtafeln. In Halbleinen DM 25,60

Das bewährte Buch gibt jedem, der Obstbau treibt oder in ihm lehrend oder lernend tätig ist, die biologischen und technischen Kenntnisse in die Hand, um den Kampf gegen Krankheiten und Schädlinge durchzuführen und damit höhere und gütemäßig bessere Ernten erzielen zu können.

„Das Buch stellt doch wohl die beste zusammenfassende Bearbeitung des Gegenstandes dar, die wir zur Zeit haben."

Nachrichtenblatt der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig

Vom gleichen Verfasser liegt vor:

Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung

2., völlig neubearbeitete Auflage, 1952.

288 Seiten mit 186 Abbildungen und 8 Farbtafeln. In Ganzleinen DM 27,—

Das Buch des als Wissenschaftler und Praktiker bekannten Autors vermittelt in seiner neuen Auflage in erweiterter Form die notwendigen Kenntnisse zur Erkennung und Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen in den Gemüsekulturen. Die durch die neuzeitlichen Insektengifte und technischen Geräte eröffneten Möglichkeiten werden in ihrer überragenden Bedeutung eingehend gewürdigt.

„Im neuen Kotte liegt nunmehr wieder ein repräsentatives Handbuch für den fortschrittlichen Gemüsebauer vor, das rückhaltlos empfohlen werden kann."

Pflanzenschutz

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Soeben erschien:

Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen und ihre Bekämpfung

Von

Ob.-Reg.-Rat Dr. H. PAPE

Mitglied der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Vorsteher des Laboratoriums für gärtnerischen Pflanzenbau, Kiel-Kitzeberg

4., neubearbeitete und erweiterte Auflage
567 Seiten mit 474 Textabbildungen und 4 Farbtafeln
In Ganzleinen DM 53,80

Die langerwartete Neuauflage dieses bekannten Werkes unterrichtet zuverlässig über Ursachen, Verhütung und Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Zierpflanzen im Gewächshaus und im Freiland. Der übersichtlich gegliederte Text in Verbindung mit zahlreichen Abbildungen und vier sehr eindrucksvollen Farbtafeln ermöglicht ein schnelles Erkennen und die sichere Diagnose jeder auftretenden Krankheit. Das internationale Schrifttum wurde ebenso berücksichtigt, wie die letzten Erkenntnisse und Erfahrungen der Forschung, Industrie und Praxis im In- und Ausland.

Es ist ein hervorragend ausgestattetes, zuverlässiges Nachschlagewerk, das für den Gärtner, Pflanzenarzt und Wissenschaftler wie auch für die chemische Industrie wegen seiner umfassenden, wissenschaftlich exakten Darstellung unentbehrlich ist.

Zum Bezug empfehlen wir:

Phytopathologische Zeitschrift

Begründet 1930 von Prof. Dr. E. Schaffnit

Herausgegeben von

Prof. Dr. H. RICHTER, Berlin-Dahlem, Prof. Dr. E. GÄUMANN, Zürich
Prof. Dr. M. KLINKOWSKI, Aschersleben

Die „Phytopathologische Zeitschrift" erschien erstmalig im Jahre 1930. Sie wurde begründet aus dem Bedürfnis der phytopathologischen Wissenschaft, ein internationales Sammelorgan der wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiete zu schaffen. Die Zeitschrift hat ihre Beliebtheit und ihre große Verbreitung dadurch gewonnen, daß sie die für Wissenschaft und Praxis gleichermaßen wichtigen Fragen der Phytopathologie in klarer, rein wissenschaftlicher Form behandelt, wobei aber die Erfordernisse der Praxis nicht aus dem Auge gelassen werden. Neben Erkrankungen der Pflanzen durch Pilze und Bakterien werden Stoffwechselkrankheiten, Schädigungen durch Witterungs- und andere organische Ursachen, Viruskrankheiten sowie auch epidemiologische Fragen und Antibiotika behandelt. Die Veröffentlichungen erscheinen in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache.

Erscheinungsweise: Jährlich etwa 8 Hefte in zwangloser Folge, 4 Hefte bilden einen Band, jedes Heft umfaßt etwa 8 Druckbogen. Bezugspreis: Je Druckbogen (16 Seiten) etwa DM 3,—. Die Hefte werden einzeln berechnet.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Verlag: Paul Parey, Berlin SW68, Lindenstr. 44-47. Herausgeber: Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52. Printed in Germany. Druck: Lindemann & Lüdecke, Berlin SO 36, Oranienstr. 183. Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte (4 Hefte = 1 Band). Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.